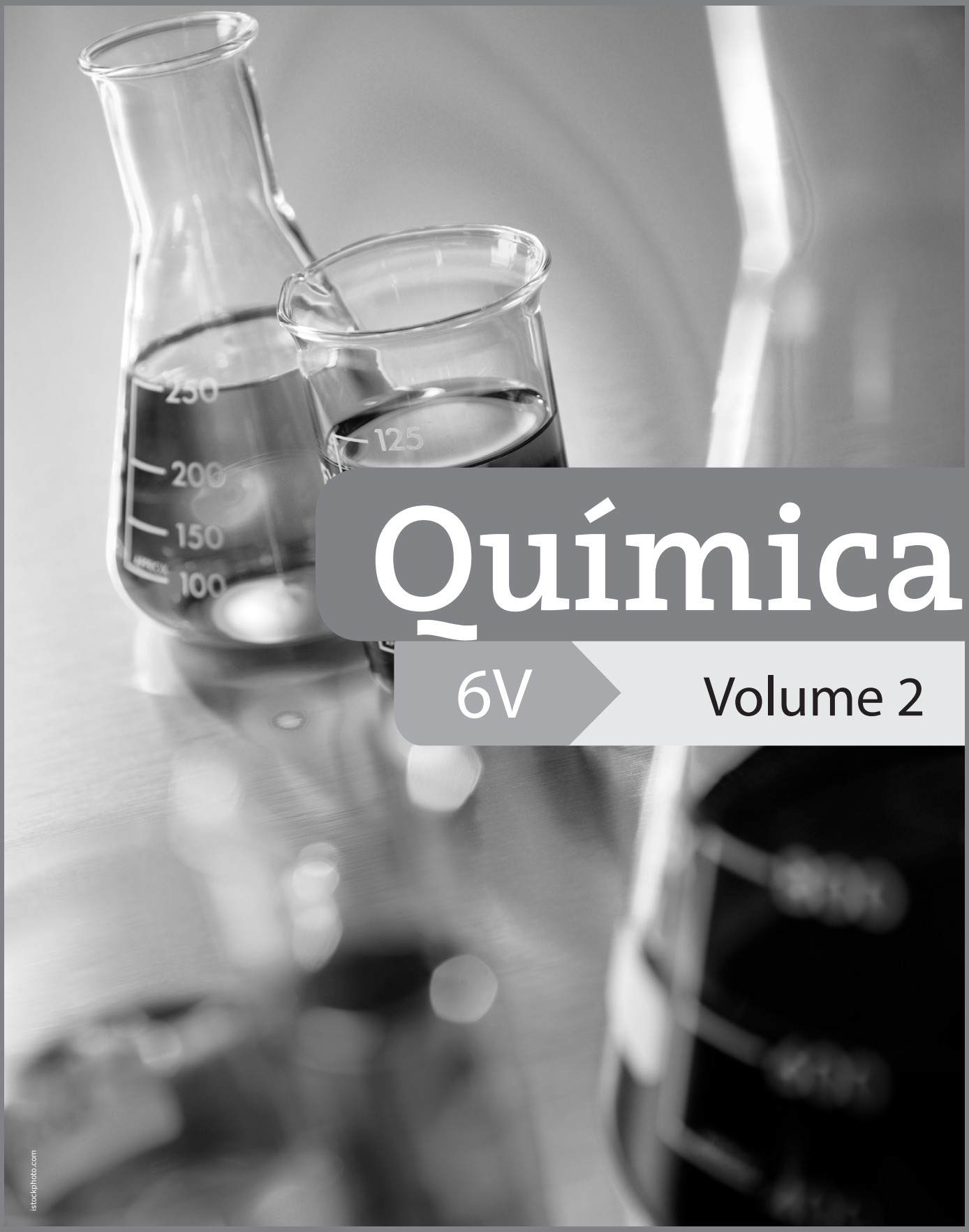
Bernoulli Resolve



istockphoto.com

Química

6V

Volume 2

Editora Bernoulli

Sumário - Química

Módulo A

03 3 Análise imediata

04 6 Introdução à Termoquímica

Módulo B

03 8 Misturas gasosas, fusão e difusão

04 12 Introdução à Cinética Química

Módulo C

05 14 Classificação periódica

06 16 Propriedades periódicas

07 19 Ligações iônicas

16 22 Ligações covalentes

Módulo D

05 24 Hidrocarbonetos alifáticos

06 27 Compostos aromáticos

07 30 Álcoois, fenóis e éteres

08 33 Aldeídos e cetonas

COMENTÁRIO E RESOLUÇÃO DE QUESTÕES

MÓDULO – A 03

Análise imediata

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra D

Comentário: Os principais métodos utilizados na separação dos componentes de misturas heterogêneas formadas por dois sólidos são: catação, ventilação, levigação, flotação, dissolução fracionada, fusão fracionada, cristalização fracionada, peneiração, separação magnética e sublimação. Há casos em que a mistura heterogênea é formada por dois líquidos, portanto, usa-se a decantação. Já para misturas homogêneas formadas por dois líquidos com temperaturas de ebulição próximas, o método usado é a destilação fracionada.

Questão 02 – Soma = 18

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Incorreta. A filtração é um método de separação de misturas heterogêneas constituídas de um sólido e um líquido, em que o sólido fica retido no papel de filtro. Dessa forma, apenas o iodo que não estava dissolvido foi recolhido no papel de filtro. A composição do filtrado é a solução saturada de iodo dissolvido em tetracloreto de carbono. Logo, o iodo presente na solução não foi recolhido.

02. Correta. Como a limalha de ferro é insolúvel em etanol, apenas o processo de filtração é suficiente para separar os componentes dessa mistura.

04. Incorreta. A água e o etanol, em uma determinada proporção, formam uma mistura azeotrópica, a qual é caracterizada pela manutenção da temperatura durante todo o processo de ebulição. As misturas eutéticas são caracterizadas por possuírem temperatura de fusão constante.

08. Incorreta. A sublimação é a mudança do estado físico sólido diretamente para o estado físico gasoso. A sublimação não é eficiente para separar o iodo da solução, pois este se encontra dissolvido em tetracloreto de carbono.

16. Correta. Os filtrados resultantes do processo de filtração das misturas (B) e (C) são, respectivamente, etanol e solução de etanol e água. Após o processo de destilação simples, ambos os filtrados são completamente evaporados e, portanto, não há resíduo no balão de destilação.

Questão 03 – Letra A

Comentário: No procedimento 1, como ainda resta precipitado após a adição de água a uma solução saturada com corpo de chão, conclui-se que ocorreu somente a dissolução de parte do sólido que estava precipitado. No procedimento 2, com a adição de mais solvente a uma solução insaturada, ocorre a diluição da mesma. No procedimento 3, o fenol, antes dissolvido em água, é extraído da fase aquosa pelo éter, por ser mais solúvel na fase orgânica. No procedimento 4, ao adicionar etanol à solução de glicose e água, o soluto se recristaliza, já que a água estabelece interações mais favoráveis com o etanol do que com a glicose. No procedimento 5, ocorre a dissolução do nitrato de potássio em água.

Questão 04 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. No processo de destilação da solução aquosa de sal de cozinha, apenas a água entra em ebulição e, portanto, é colhida no erlenmeyer.

B) Correta. Os vapores produzidos pelo aquecimento, em contato com o condensador no qual há um fluxo de água líquida à temperatura ambiente, perdem energia e, consequentemente, são liquefeitos.

C) Incorreta. No processo de destilação simples da solução aquosa do sal de cozinha, apenas a água recebe energia suficiente para entrar em ebulição. Logo, a temperatura de ebulição do sal de cozinha é maior que a temperatura de ebulição da água.

D) Incorreta. A destilação simples é um método de separação de misturas eficiente para separar o sal da água porque os componentes dessa solução possuem temperaturas de ebulição muito diferentes.

Questão 05 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. O álcool hidratado constitui um sistema homogêneo, uma vez que a mistura desses dois componentes resulta em uma solução límpida e cristalina, que apresenta uma única fase.

B) Incorreta. A cal virgem adicionada ao álcool hidratado reage com a água conforme a equação:

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2\,(s)}.$$

C) Correta. A destilação simples é um método de separação de misturas eficiente quando os componentes possuem temperaturas de ebulição muito diferentes. Então, esse método não poderia ser utilizado para separar uma mistura de álcool e água na proporção do azeótropo, uma vez que essa mistura se comporta como se fosse uma substância pura durante o processo de ebulição (T.E. constante), não havendo, portanto, separação de seus componentes.

D) Incorreta. CaO e $Ca(OH)_2$ não são solúveis em etanol. A cal é adicionada ao álcool hidratado com o objetivo de reagir apenas com a água, sem a formação de produtos indesejáveis que possam interferir na obtenção do álcool anidro.

E) Incorreta. A mistura de $Ca(OH)_2$ e etanol é heterogênea, porque a cal hidratada formada é um composto insolúvel nesse solvente.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das proposições.

I. Correta. Num sistema homogêneo sólido + líquido, o soluto pode ser separado por evaporação do solvente. Esse é o princípio do processo de destilação simples.

II. Incorreta. Um sólido dissolvido num líquido não pode ser separado por filtração, uma vez que as partículas do disperso e do dispersante são menores do que o tamanho médio dos poros do filtro, e, por isso, nenhum deles ficará retido no filtro.

III. Correta. O ar empoeirado constitui um sistema coloidal do tipo sólido disperso em gás, sendo, portanto, um sistema heterogêneo.

IV. Correta. A destilação fracionada é indicada no fracionamento de misturas líquidas formadas por componentes com diferentes pontos de ebulição, uma vez que cada líquido entrará em ebulição numa faixa de temperatura específica.

V. Incorreta. O sistema constituído de dois líquidos miscíveis é monofásico.

Questão 06 – Letra C

Comentário: Ao se adicionar a solução aquosa de cloreto de sódio à mistura de gasolina + álcool, o sistema passa a ser heterogêneo bifásico, uma vez que a gasolina é insolúvel em água. No entanto, o álcool interage mais favoravelmente com a água do que com a gasolina, passando a fazer parte da fase aquosa. Esse processo se caracteriza como extração. Assim, o sistema final se constitui de uma fase aquosa e uma fase de gasolina pura, sendo a fase aquosa mais volumosa que a de gasolina, devido à diferença do volume do álcool. Como a gasolina é menos densa, ficará por cima da fase aquosa.

Questão 08 – Letra B

Comentário: O cloreto de sódio é solúvel em água e insolúvel em gasolina, enquanto a gasolina é insolúvel em água e a areia é insolúvel nos dois solventes. Assim, o sistema é heterogêneo, com a areia (mais densa) depositada no fundo do recipiente, a fase aquosa (densidade intermediária) logo acima e a gasolina (menos densa) como última fase, sobrenadante. O único sistema que corresponde a essa descrição é o 2. Para separar a mistura, deve-se realizar a seguinte sequência e processos: filtração (retira a areia insolúvel), decantação com funil de bromo (separa as fases líquidas imiscíveis) e destilação simples (separa a solução de cloreto de sódio).

Questão 11 – Letra C

Comentário: Compostos iônicos são praticamente insolúveis em solventes orgânicos, uma vez que a energia liberada pela solvatação dos íons é bem inferior à energia absorvida na dissociação do cristal iônico. Dessa forma, um sistema de álcool + gasolina + sal de cozinha é heterogêneo, já que o sal não irá se dissolver na solução de álcool + gasolina. Logo, o processo I pode ser filtração ou decantação.

A solução de álcool + gasolina não pode ser separada por filtração ou por decantação, uma vez que constitui um sistema homogêneo líquido. Para esse sistema, a destilação fracionada é indicada, uma vez que cada componente da mistura entrará em ebulição numa faixa de temperatura diferente.

Questão 12 – Letra C

Comentário: O mercúrio é utilizado na extração do ouro nos garimpos. Esse metal, líquido a temperatura ambiente, e o ouro formam uma mistura homogênea quando entram em contato, podendo ser separada do restante do material encontrado misturado ao ouro no fundo do rio. Como o mercúrio possui temperatura de ebulição menor que a do ouro, a amálgama é aquecida com o intuito de vaporizar o mercúrio, separando-o do ouro. Essa prática é perigosa para os garimpeiros, que podem aspirar os vapores de mercúrio, que são tóxicos, e para o meio ambiente, que pode ser contaminado com esse metal.

Questão 13

Comentário: O processo de destilação fracionada para um sistema constituído de dois líquidos consiste em elevar a temperatura do sistema até que os líquidos se vaporizem. O vapor, que sobe pela coluna de fracionamento, sofre sucessivas condensações seguidas de vaporizações, enriquece-se do componente mais volátil e, ao sair da coluna de fracionamento, é constituído, praticamente, de 100% do componente mais volátil. O líquido menos volátil irá permanecer no sistema inicial até que seu ponto de ebulição também seja atingido.

Dessa forma, o componente que destila primeiro é aquele que apresenta menor temperatura de ebulição.

Questão 14 – Letra E

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A fase líquida colorida foi separada, na etapa 3, em dois líquidos com pontos de ebulição próximos, como mostrado no esquema. Assim, a fase líquida colorida não pode ser uma mistura azeotrópica, já que seus componentes possuem pontos de ebulição diferentes.

B) Incorreta. A etapa 1 consiste em separar uma mistura heterogênea em uma fase sólida e uma fase líquida. Para realizar essa separação, pode ser feita uma filtração ou uma decantação seguida de uma sifonação, já que a mistura é heterogênea. A destilação simples é indicada para separação de misturas homogêneas.

C) Incorreta. O funil de separação é utilizado na separação de uma mistura de líquidos imiscíveis, em que o componente mais denso é escoado pela torneira do funil. Como a etapa 2 consiste na separação dos componentes de uma mistura sólida, esse procedimento não pode realizado pelo funil.

D) Incorreta. O líquido 2 tem ponto de ebulição maior que o líquido 1. Então, o líquido 1 ferve primeiro.

E) Correta. A fase sólida consiste em uma mistura de dois sólidos solúveis em água. Podemos dissolvê-la em água e aquecer a solução obtida. Com a evaporação da água, os sólidos cristalizam-se separadamente a medida que os seus coeficientes de solubilidade são atingidos.

Questão 16

Comentários:

A) O óleo de soja é extraído dos flocos com a adição de A. A etapa X consiste na conversão do composto A em composto B. Conforme a reação química representada e o enunciado da questão, essa conversão ocorre quando o composto A é misturado com uma solução aquosa saturada de CO_2. O sistema obtido após a etapa X é formado por duas fases: uma composta de óleo de soja (imiscível na solução aquosa) e outra formada pela solução aquosa de B e CO_2. O composto A, utilizado na extração do óleo, é convertido no composto B, que é solúvel em água, obtendo, dessa forma, o óleo puro e a solução aquosa.

A etapa Y consiste na conversão do composto B em composto A. Conforme a reação química representada e o enunciado da questão, o processo inverso ocorre quando há a eliminação do CO_2 do sistema por meio do aquecimento da solução aquosa.

B) Algumas vantagens da extração do óleo de soja pelo método proposto em relação àquele que utiliza o solvente hexano são:

1. Pelo esquema dado, o óleo de soja será separado por um processo de decantação, mais simples que o processo destilação.

2. Evita-se o uso de solventes derivados do petróleo.

3. No novo processo de extração, há economia de energia.

4. Evita-se o risco de explosão, já que o hexano é uma substância combustível.

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Na etapa 1, não há processo químico, uma vez que ela se refere apenas ao bombeamento da água coletada para a estação de tratamento. Já na etapa 2, é adicionado à água um coagulante composto de cal hidratada e carvão ativado. Este último é o responsável pela remoção do odor. As etapas 3 e 4 referem-se à retirada de partículas em suspensão na água, mas não são eficazes na desinfecção da mesma. A etapa 5, por sua vez, envolve a adição de substâncias capazes de matar os micro-organismos ainda presentes na água e, portanto, é a etapa de desinfecção.

Assim, as etapas responsáveis pela remoção do odor e pela desinfecção da água são as etapas 2 e 5, respectivamente.

Questão 02 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: A água resultante de um banho, ou a de uso doméstico, recebe um tratamento para que seja possível sua reutilização. A primeira fase desse tratamento consiste em remover dessa água suja as partículas maiores e insolúveis (decantação e filtração). Essa etapa preliminar não é suficiente para desinfecção, e, por isso, a água deve passar pela etapa de cloração para a eliminação de micro-organismos. Em alguns casos, é feita a fluoretação, que beneficiará a saúde do homem como, por exemplo, o fortalecimento da dentição.

Questão 03 – Letra C

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: A primeira etapa do processo de beneficiamento da cana-de-açúcar consiste na separação magnética, em que a fase metálica é separada do restante do material. Nesse caso, essa separação é realizada por um eletroímã que retira os materiais metálicos magnetizáveis da cana que foi cortada nas lavouras antes de ela passar pela moenda. Na segunda fase do processamento, foram descritas duas etapas, uma de extração, que consiste no esmagamento da cana para a retirada do caldo açucarado, e o processo de queima do bagaço para obtenção de energia. Como foram solicitados somente os processos físicos de separação, nessa segunda etapa consideraremos somente a extração do caldo da cana. Na terceira etapa, é descrito o processo de filtração, em que o caldo primário obtido na etapa anterior é passado por filtros para a retirada de materiais suspensos. Dessa forma, a alternativa que relaciona os processos físicos descritos é a C.

Questão 04 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. O processo primário do tratamento do esgoto consiste na filtração, que tem a finalidade de reter os resíduos sólidos, e na decantação das partículas suspensas como areia, dejetos orgânicos e fezes. Esses métodos não envolvem transformações químicas com produção de novas substâncias, uma vez que correspondem a métodos físicos de separação.

B) Correta. Na etapa inicial, ocorre uma filtração inicial do esgoto e duas etapas de decantação, em que serão separados areia e materiais orgânicos. Na etapa seguinte, ocorre a biodegradação da matéria orgânica suspensa na água do esgoto pré-tratado. Logo, após esse processo, ocorre uma nova decantação com a deposição das bactérias que ainda estão presentes na água. Por fim, ocorre o processo de flotação, em que o restante do material, que não foi retirado até o momento, é retirado com o auxílio de um agente floculante.

C) Incorreta. O tratamento de esgoto tem como finalidade, além da preservação da saúde pública, a preservação do meio ambiente, como a fauna e a flora e a preservação dos rios e da qualidade das águas que o compõem, entre outros.

D) Incorreta. O tratamento do esgoto descrito anteriormente não garante a qualidade da água para o consumo do homem. O tratamento garante a remoção de lixo sólido, matéria orgânica e organismos patogênicos. Para que a água seja consumida, é necessário que vários outros parâmetros sejam monitorados, por exemplo, a concentração de íons como Ca^{2+} e Mg^{2+} e de metais pesados, o que não é possível com o tratamento descrito anteriormente.

E) Incorreta. A produção de adubo só é possível se considerarmos os resíduos orgânicos não patogênicos. Os resíduos como lixo sólido, garrafas PET, vidros, papel, entre outros, que são encontrados em esgotos domésticos, não podem ser utilizados para esse fim.

Questão 05 – Letra E

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A sublimação consiste na mudança do estado físico sólido para o gasoso. Nas condições de temperatura e pressão em que o forno está submetido, é possível ocorrer apenas a fusão de alguns metais, ou seja, a transformação do estado sólido para o líquido.

B) Incorreta. As substâncias radioativas são detectadas na fase de triagem. Caso a contaminação por radiação seja identificada, o material deve ser apropriadamente armazenado e o processo de reciclagem deve ser interrompido.

C) Incorreta. A temperatura do forno é ajustada para fundir o alumínio. Após a fusão, o metal é resfriado e se solidifica novamente em formas que moldam os lingotes. Em temperaturas altíssimas, próximas de 2 500 ºC, ocorre a vaporização do alumínio. Essa temperatura está muito além da temperatura de ajuste do forno e, portanto, seria improvável o alumínio ser eliminado.

D) Incorreta. O alumínio não é um metal magnetizado. Os materiais magnetizados são eliminados na etapa de triagem.

E) Correta. Os resíduos de tintas e outros compostos presentes nas latas, tais como substâncias orgânicas, são decompostos ao serem submetidos à temperatura de operação do forno.

Questão 06 – Letra B

Eixo cognitivo: II

Competência da área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Para atenuar os problemas de saúde causados por micro-organismos presentes na água dos rios, é preciso adicionar à água substâncias que os eliminem, como bactericidas. Entre os procedimentos utilizados no tratamento de água, a cloração, elimina os micro-organismos nocivos à saúde através do processo de oxidação, garantindo, assim, a qualidade da água dos rios. Ao ser adicionado à água, o cloro produz o íon hipoclorito (agente bactericida) conforme demonstrado na reação a seguir:

$$C\ell_2 + H_2O \rightarrow 2H^+ + C\ell^- + \underset{\text{Hipoclorito}}{C\ell O^-}$$

Os outros processos citados não eliminam os micro-organismos. A filtração apenas retém partículas grandes presentes na água; a coagulação aglomera a sujeira, formando flocos com as partículas sólidas dispersas na água; a fluoretação reduz a incidência de cárie dentária e a decantação permite que os flocos formados na coagulação sejam sedimentados.

MÓDULO – A 04

Introdução à Termoquímica

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Soma = 11

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Correta. De acordo com o Princípio Zero da Termodinâmica, dois corpos em contato atingirão o equilíbrio térmico quando possuírem a mesma temperatura, ou seja, a mesma energia cinética média entre suas partículas constituintes. Para tanto, a energia térmica é trocada entre dois sistemas com diferentes temperaturas, sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.
02. Correta. Admitindo-se que a pressão de um sistema se mantém constante, entalpia é a denominação para o conteúdo de energia desse sistema.
04. Incorreta. Calor pode ser classificado como energia térmica em trânsito entre dois corpos com temperaturas diferentes, sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.
08. Correta. Reações exotérmicas são aquelas que liberam energia térmica, enquanto as reações endotérmicas são aquelas que absorvem energia térmica.

Questão 02 – Letra B

Comentário: As três equações representam a formação da mesma substância, porém, em estados físicos diferentes.

A formação da substância no estado gasoso é a que libera a menor quantidade de energia, pois o sistema deve armazenar uma quantidade de energia suficiente para garantir a formação do produto no estado gasoso. Logo, $Q_3 < Q_1$ e $Q_3 < Q_2$.

Já a formação da substância sólida é a que libera a maior quantidade de energia, já que esse é o estado físico que armazena menos energia. Assim, $Q_2 > Q_1$ e $Q_2 > Q_3$.

Portanto, a sequência correta é $Q_2 > Q_1 > Q_3$.

Questão 03 – Letra B

Comentário: A evaporação da água ($H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_2O_{(v)}$) é um processo endotérmico, já que envolve o rompimento de interações intermoleculares. Logo, ao evaporar, a água retira calor do corpo humano, provocando a sensação de frio.

Questão 04 – Letra A

Comentário: O diagrama apresenta a energia envolvida na formação de 1 mol de água nas fases líquida e vapor. Esses processos, conforme mostra o diagrama, são exotérmicos, pois ambos ocorrem com liberação de energia. A formação da água líquida libera mais energia que a formação de água no estado de vapor, pois, no estado líquido, o conteúdo energético da água é menor que no estado de vapor. Essa diferença de energia está associada à transformação da água vaporizada em água líquida e, pelo diagrama, pode ser calculada por:

$$\Delta H_{condensação}(H_2O) = \Delta H_f(H_2O_{(\ell)}) - \Delta H_f(H_2O_{(v)})$$

$$\Delta H_{condensação}(H_2O) = -285{,}8\ kJ - (-241{,}8\ kJ)$$

$$\Delta H_{condensação}(H_2O) = -44\ kJ$$

Esse resultado indica que na transformação da água vaporizada em água líquida são liberados 44 $kJ.mol^{-1}$ de energia.

Questão 05 – Letra A

Comentário: Todo processo de dissolução acarreta uma liberação ou uma absorção de energia sob a forma de calor. Nesse caso, observou-se a diminuição da temperatura da solução, que é decorrente da absorção de energia do ambiente pelo sistema. A solução formada é, portanto, mais energética que o sal e a água separados, caracterizando um processo endotérmico.

Exercícios Propostos

Questão 05 – Letra D

Comentário: A vaporização da água é um processo endotérmico, pois essa substância, ao passar de um estado físico menos energético (líquido) para um estado físico mais energético (gasoso), necessita receber energia. A vaporização da água de uma piscina é um exemplo desse processo.

Questão 06 – Letra A

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. Na equação representada, há liberação de energia térmica, indicando que a reação é exotérmica. Dessa forma, os produtos são menos energéticos que os reagentes.

B) Incorreta. O conteúdo energético das três fases de agregação da matéria é diferente, sendo menor para o estado físico sólido e maior para o estado físico gasoso. Dessa forma, a mudança da fase de agregação de um reagente ou produto resultará em uma mudança no valor da quantidade de calor liberada na reação.

C) Incorreta. Quando há liberação de energia térmica, as reações são classificadas como exotérmicas.

D) Incorreta. O ΔH é proporcional à quantidade de reagentes e produtos que participam da reação, devido ao fato de a energia química estar associada às ligações químicas. Dobrando-se a quantidade de reagentes, por exemplo, dobra-se o número de ligações e, consequentemente, o conteúdo energético.

E) Incorreta. Conforme a estequiometria da reação, 1 mol de C_8H_{18} gera 8 mol de CO_2.

$M(C_8H_{18}) = 114\ g.mol^{-1}$

$M(CO_2)=44\ g.mol^{-1}$

Assim, a massa de CO_2 produzida pela combustão de 228 g de C_8H_{18} é igual a

1 mol de C_8H_{18} produz 8 mol de CO_2

114 g de C_8H_{18} —— 352 g de CO_2

228 g de C_8H_{18} —— x

x = 704 g de CO_2.

Questão 07 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. Como houve aumento de temperatura durante a dissolução do hidróxido de sódio em água, esse processo é exotérmico.

B) Incorreta. Não houve fluxo de calor entre sistema e vizinhança inicialmente, pois ambos se encontram à mesma temperatura.

C) Correta. Como houve aumento de temperatura nos instantes iniciais, houve também um aumento da energia cinética média das partículas do sistema, pois essas duas grandezas são diretamente proporcionais.

D) Correta. Inicialmente, todos os componentes do sistema estavam à mesma temperatura, ou seja, as energias cinéticas médias de suas partículas eram iguais.

Questão 08 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. O diamante possui entalpia igual a 2 $kJ.mol^{-1}$, enquanto a grafita possui entalpia igual a zero. Assim, a conversão de um mol de diamante em um mol de grafita ocorre com a liberação de 2 kJ de energia.

B) Incorreta. Os reagentes diamante e oxigênio possuem entalpias iguais a 2 $kJ.mol^{-1}$ e 0 $kJ.mol^{-1}$, respectivamente; enquanto o produto $CO_{2(g)}$ possui entalpia de –394 $kJ.mol^{-1}$. Assim, a conversão de diamante e oxigênio em $CO_{2(g)}$ ocorre com liberação de 396 $kJ.mol^{-1}$.

$$C_{(diamante)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

$\Delta H = H(CO_{2(g)}) - [H(C_{(diamante)}) + H(O_{2(g)})]$

$\Delta H = -394 - [2 + 0]$

$\Delta H = -396\ kJ.mol^{-1}$

C) Correta. Os reagentes grafita e oxigênio possuem entalpias iguais a 0 $kJ.mol^{-1}$, enquanto o produto $CO_{2(g)}$ possui entalpia igual a –394 $kJ.mol^{-1}$. Assim, a conversão de grafita e oxigênio em $CO_{2(g)}$ ocorre com liberação de 394 $kJ.mol^{-1}$.

$\Delta H = H(CO_{2(g)}) - [H(C_{(grafita)}) + H(O_{2(g)})]$

$\Delta H = -394 - [0 + 0]$

$\Delta H = -394\ kJ.mol^{-1}$

D) Correta. *Vide* o comentário da alternativa A.

Questão 11 – Letra B

Comentário: O diagrama mostra as etapas da dissolução do cloreto de sódio com suas respectivas variações energéticas. Pode-se representar a dissolução do cloreto de sódio por meio da seguinte equação:

$$NaC\ell_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$$

A entalpia é uma função de estado, ou seja, não depende dos estados intermediários pelos quais passa a reação, mas sim de seus estados inicial e final. Assim, podemos calcular a variação de entalpia da dissolução do cloreto de sódio utilizando as reações intermediárias, conforme o diagrama.

$NaC\ell_{(s)} \rightarrow Na^+_{(g)} + C\ell^-_{(g)}$ $\Delta H = +766\ kJ.mol^{-1}$

$Na^+_{(g)} + C\ell^-_{(g)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)}$ $\Delta H = -760\ kJ.mol^{-1}$

O ΔH de dissolução do cloreto de sódio é a soma dos ΔHs das etapas intermediárias mostradas no diagrama.

$\Delta H_{diss}(NaC\ell) = 766\ kJ.mol^{-1} - 760\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H_{diss}(NaC\ell) = 6\ kJ.mol^{-1}$

Logo, a dissolução do cloreto de sódio é pouco endotérmica, envolvendo menos de 10 kJ de energia.

Questão 12 – Letra D

Comentário: A evaporação da acetona é um processo que absorve energia (endotérmico). Essa energia está sendo continuamente absorvida da vizinhança (água) durante a evaporação, fazendo diminuir a temperatura da mesma. O gráfico que melhor descreve essa variação da temperatura da água em função do tempo até que o volume da acetona se reduza à metade é o gráfico da alternativa D.

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: No método utilizado para dessalinizar a água, a energia solar é absorvida pela mistura água + sal, promovendo a evaporação do solvente. Posteriormente, o vapor de água puro formado se condensa no plástico que cobre o tanque, e a água líquida é coletada no copo. Esta última etapa consiste em uma transformação exotérmica, em que o calor liberado pela mudança do vapor de água em água líquida é trocado com o ambiente através do plástico que cobre o tanque.

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: O barro é um material poroso, que permite à água passar, em pequenas quantidades, através dele. Parte dessa água, ao chegar à superfície externa, evapora (processo físico endotérmico). As moléculas de água que escapam para a fase de vapor carregam consigo parte da energia cinética das partículas que ainda permanecem na fase líquida, o que faz com que a temperatura da água líquida contida no vasilhame de barro diminua.

Questão 03 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 1

Habilidade: 3

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. Durante a ebulição da água, o sistema recebe calor continuamente, porém, não varia de temperatura, pois não ocorre variação da energia cinética do sistema. A energia recebida pela água é utilizada para romper / enfraquecer as interações entre as moléculas de água, acarretando o aumento da energia potencial do sistema. Nesse caso, a temperatura não pode significar a quantidade de calor de um corpo.

B) Incorreta. Ao colocar a mão na água da banheira, a mãe está sujeita a uma sensação térmica de quente ou frio, que depende das temperaturas da mão e da água. Caso a água esteja numa temperatura maior que a mão, ocorrerá transferência de calor da água para a mão, e a mãe terá uma sensação de que a água está quente. Caso contrário, a mãe terá uma sensação de que a água está fria. Nesse caso, a temperatura da água é avaliada pela quantidade de calor trocada entre os dois corpos.

C) Incorreta. O calor transferido para a água numa panela, aumenta a energia cinética média das moléculas de água e, consequentemente, sua temperatura. Nesse caso, a quantidade de calor fornecida promove um aumento da temperatura da água.

D) Incorreta. Ocorre transferência de calor da água para a caneca, acarretando a diminuição da temperatura da água. Com a perda de calor, a temperatura da água diminui.

E) Incorreta. *Vide* comentário da alternativa C.

Questão 04 – Letra B

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 1

Habilidade: 3

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada um dos itens.

1. Incorreto. Como o vapor e a água líquida estão na mesma temperatura, o calor trocado com a pele será o mesmo, e a queimadura causada terá a mesma gravidade.
2. Correto. De acordo com o Princípio Zero da Termodinâmica, dois corpos em contato tendem a atingir o equilíbrio térmico. O metal da maçaneta, por ser um bom condutor, recebe rapidamente calor da mão, que está a uma temperatura mais elevada, o que explica a sensação de frio que é sentida pela pessoa.
3. Correto. É possível que haja aumento da temperatura de um objeto sem o fornecimento de calor. Um exemplo disso é quando é realizado sobre o corpo um trabalho ou uma força contrária ao seu movimento. Um corpo que desliza sobre uma superfície rugosa, na qual uma força de atrito atue sobre ele, tem sua temperatura aumentada devido à conservação da energia total, pois a energia cinética do corpo será convertida em um acréscimo de energia cinética média das moléculas da superfície e do corpo.
4. Incorreto. No inverno, utilizam-se agasalhos, pois estes impedem que o calor do corpo escape para o ambiente. Os agasalhos funcionam como um isolante, impedindo que haja troca de calor do corpo com o ambiente, mantendo a pessoa aquecida.

Questão 05 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: A variação de entalpia da reação de combustão dos compostos em questão pode ser determinada por meio da variação da temperatura do sistema. Como se trata de reações de combustão, a transformação ocorre com liberação de energia térmica. Essa energia liberada pode ser medida pela variação da temperatura da água, que está contida no interior do calorímetro, sistema isolado termicamente, conhecendo-se o calor específico e a massa de água utilizada.

Questão 06 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 1

Habilidade: 3

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. O álcool está na temperatura ambiente, próximo de 25 ºC, menor do que a temperatura corporal. Quando entra em contato com a pele, tem-se a sensação de frio, pois o corpo tende a perder calor até entrar em equilíbrio térmico com o líquido. Mesmo que o álcool estivesse inicialmente em uma temperatura igual à do corpo, a sua vaporização (processo endotérmico) promoveria uma diminuição de sua temperatura, permitindo o recebimento de calor do corpo e a consequente diminuição da febre.

B) Incorreta. O resfriamento não está associado à ocorrência de uma reação química entre álcool e um dos componentes da pele, mas sim ao processo físico de vaporização.

C) Correta. Ao esfregar o álcool na pele, ocorre vaporização, processo endotérmico que retira calor da pele, ajudando a reduzir a temperatura corporal.

D) Incorreta. O álcool, ao evaporar, retira calor da vizinhança, que nesse caso será a pele, que será parcialmente resfriada por esse processo.

E) Incorreta. A pele não absorve o álcool e este, por sua vez, não interage com a água contida na pele. Esse fato não determina a perda de líquido do organismo e nem a diminuição da temperatura corporal.

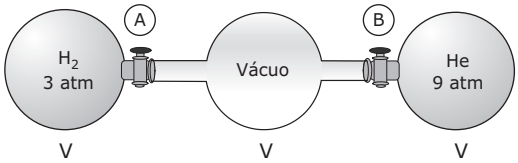
MÓDULO – B 03

Misturas gasosas, efusão e difusão

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra B

Comentário: Como se pode observar, o sistema representado é formado por 3 balões conectados pelas válvulas A e B, todos com o mesmo volume. Porém, antes da abertura das válvulas, apenas dois balões estavam preenchidos por gás.



Supondo que o volume de cada balão seja V, temos:

- Antes da abertura das válvulas:

$p_{CH_4} = n(CH_4) \cdot \frac{RT}{V}$ $\qquad$ $p_{He} = n(He) \cdot \frac{RT}{V}$

$n(H_2) = 3 \cdot \frac{V}{RT}$ $\qquad$ $n(He) = 9 \cdot \frac{V}{RT}$

- Após a abertura das válvulas:

$p_T = n_T \cdot \frac{RT}{V_T}$

$p_T = [n(H_2) + n(He)] \cdot \frac{RT}{3V}$ $\qquad$ $p_T = \left(\frac{3V}{RT} + \frac{9V}{RT}\right) \cdot \frac{RT}{3V}$

$p_T = \frac{12V}{RT} \cdot \frac{RT}{3V}$

$p_T = 4$ atm

Questão 02

Comentário:

- Cálculo da quantidade de matéria de H_2 e de CO_2:

$M(H_2) = 2$ g.mol^{-1} $\qquad$ $M(CO_2) = 44$ g.mol^{-1}

$n = \frac{m}{M}$

$n(H_2) = \frac{6 \text{ g}}{2 \text{ g.mol}^{-1}} = 3$ mol

$n(CO_2) = \frac{44 \text{ g}}{44 \text{ g.mol}^{-1}} = 1$ mol

- Cálculo da fração molar de H_2:

$x_{H_2} = \frac{n(H_2)}{n(H_2) + n(CO_2)} = \frac{3 \text{ mol}}{(1+3)\text{mol}} = 0{,}75$

- Cálculo do volume total da mistura:

$n_T = 1$ mol CO_2 + 3 mol H_2 = 4 mol

$p = 8{,}2$ atm

$T = 27$ ºC = 300 K

$R = 0{,}082$ atm.L.K^{-1}.mol^{-1}

$p_T V_T = n_T RT$

$8{,}2 \cdot V_T = 4 \cdot 0{,}082 \cdot 300$

$V_T = 12$ L

- Cálculo do volume parcial de H_2:

$V(H_2) = V_T \cdot x_{H_2}$

$V(H_2) = 12 \text{ L} \cdot 0{,}75$

$V(H_2) = 9$ L

Questão 03

Comentários:

A) $T(K) = T(ºC) + 273$

$T(K) = 85{,}4 + 273$

$T(K) = 358{,}4$ K

$pV = nRT$

$p = nRT/V$

$p = 7 \text{ mol} \cdot 0{,}082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \cdot 358{,}4 \text{ K}/11{,}2 \text{ L}$

$p = 18{,}4$ atm

B) Pressão parcial é a pressão exercida por um componente da mistura gasosa quando ele está ocupando todo o volume que antes continha a mistura.

$p(X_2) \cdot V = n(X_2) \cdot R \cdot T$, em que

$p(X_2)$ = pressão parcial do componente X_2

$n(X_2)$ = quantidade de matéria do componente X_2

Assim, temos:

$p(X_2) = 3 \text{ mol}. 0{,}082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \cdot 358{,}4 \text{ K}/16{,}8 \text{ L}$

$p(X_2) = 5{,}3$ atm

Questão 04 – Letra A

Comentário: A difusão é o movimento espontâneo de dispersão das partículas de um gás em outro meio e, a uma mesma temperatura, esse processo depende das massas molares dos gases. No tubo de vidro em questão, os gases sofreram difusão e houve uma reação química entre o $HC\ell_{(g)}$ e o $NH_{3(g)}$, formando um anel de $NH_4C\ell_{(s)}$. Como o $NH_4C\ell_{(s)}$ foi formado mais próximo da extremidade que contém o algodão embebido com a solução de $HC\ell$, podemos concluir que o $HC\ell_{(g)}$ (M = 36,5 g.mol^{-1}) apresenta menor velocidade de difusão, já que percorreu a menor distância até o encontro com $NH_{3(g)}$ (M = 17 g.mol^{-1}).

Questão 05 – Letra E

Comentário: De acordo com a figura, a bexiga que se esvaziou mais rapidamente foi a preenchida com o gás C, seguida pela bexiga que contém o gás B. Logo, a ordem decrescente das velocidades de efusão dos três gases é $v_C > v_B > v_A$.

Como os gases hélio (He), hidrogênio (H_2) e metano (CH_4) possuem massas molares, respectivamente, iguais a 4 g.mol^{-1}, 2 g.mol^{-1} e 16 g.mol^{-1}, e, sabendo-se que a $v_{efusão}$ de um gás é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua massa molar, conclui-se que

Gás A: metano

Gás B: hélio

Gás C: hidrogênio

Exercícios Propostos

Questão 01

Comentário:

- Cálculo da pressão parcial de CH_4:

$p_{CH_4} = x_{CH_4} \cdot p_T$

$p_{CH_4} = 0{,}20 \cdot 1{,}64$ atm

$p_{CH_4} = 0{,}328$ atm

- Cálculo da massa de CH_4:

$p_{CH_4} = n(CH_4) \cdot \frac{RT}{V}$

Como $n = \frac{m}{M}$, então

$p_{CH_4} = \frac{m(CH_4) \cdot R \cdot T}{M(CH_4) \cdot V}$

$0{,}328 \text{ atm} = \frac{m(CH_4) \cdot 0{,}082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{16 \text{ g.mol}^{-1} \cdot 15 \text{ L}}$

$m(CH_4) = 3{,}2$ g

- Cálculo da pressão parcial de C_2H_6:

$p_{C_2H_6} = x_{C_2H_6} \cdot p_T$

$p_{C_2H_6} = 0{,}80 \cdot 1{,}64$ atm

$p_{C_2H_6} = 1{,}312$ atm

- Cálculo da massa de C_2H_6:

$p_{C_2H_6} = \frac{n(C_2H_6) \cdot R \cdot T}{V}$

$p_{CH_4} = \frac{m(C_2H_6) \cdot R \cdot T}{M(C_2H_6) \cdot V}$

$1{,}312 \text{ atm} = \frac{m(C_2H_6) \cdot 0{,}082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{30 \text{ g.mol}^{-1} \cdot 15 \text{ L}}$

$m(C_2H_6) = 24$ g

Questão 04 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

I. Correta. O ar dentro da cabine do avião a 10 000 m de altitude tem pressão igual à pressão atmosférica a 2 400 m de altitude e é mais seco que o ar atmosférico; logo, a proporção molar do oxigênio no ar da cabine é maior que a sua proporção molar no ar atmosférico nas condições descritas. Sendo a pressão parcial de oxigênio proporcional à sua proporção molar, pode-se afirmar que, na cabine do avião a 10 000 m de altitude, a sua pressão parcial é maior que a pressão parcial no ar atmosférico a 2 400 m de altitude.

II. Correta. A expressão está de acordo com a Lei de Raoult e corresponde à seguinte equação $p_i = x_i \cdot p_T$.

III. Incorreta. Apesar de a pressão dentro da cabine do avião ser igual à pressão atmosférica nas condições citadas, a proporção molar de gás oxigênio na cabine é maior que a sua proporção molar no ar atmosférico a 2 400 m de altitude, pois, na cabine, o ar é mais seco. Dessa forma, as pressões parciais do gás oxigênio são diferentes.

Questão 05 – Letra A

Comentário: Primeiramente, deve-se calcular a quantidade de matéria de cada gás no recipiente, assim:

- $n(O_2) = m(O_2)/M(O_2) = 6,4/32 = 0,2$ mol
- $n(N_2) = m(N_2)/M(N_2) = 5,6/28 = 0,2$ mol

Sabemos que a pressão parcial de um componente numa mistura gasosa é proporcional à sua fração molar, logo:

$p_{N_2} = x_{N_2} \cdot p_T$

$p_{N_2} = [n(N_2)/n(N_2) + n(O_2)] \cdot p_T$

$p_{N_2} = 0,2/0,4 \cdot 2,5$ atm

Questão 06

Comentário: De acordo com a Lei de Dalton das pressões parciais, a pressão total de um sistema gasoso é igual à soma das pressões parciais dos gases que o constituem. Assim, a pressão total da mistura é

$p_T = 0,20 + 0,40 + 0,30 \Rightarrow p_T = 0,90$ atm.

- Cálculo da fração molar do CO_2:

$$x_{CO_2} = \frac{p_{CO_2}}{p_T}$$

$$x_{CO_2} = \frac{0,20 \text{ atm}}{0,90 \text{ atm}} \cdot 100\%$$

$x_{CO_2} = 22,2\%$

- Cálculo do volume parcial do CO_2:

$V(CO_2) = x_{CO_2} \cdot V_T$

$V(CO_2) = 0,222 \cdot 10$ L

$V(CO_2) = 2,22$ L

- Cálculo da fração molar do N_2:

$$x_{N_2} = \frac{p_{N_2}}{p_T}$$

$$x_{N_2} = \frac{0,40 \text{ atm}}{0,90 \text{ atm}} \cdot 100\%$$

$x_{N_2} = 44,4\%$

- Cálculo do volume parcial do N_2:

$V(N_2) = x_{N_2} \cdot V_T$

$V(N_2) = 0,444 \cdot 10$ L

$V(N_2) = 4,44$ L

- Cálculo da fração molar do CO:

$$x_{CO} = \frac{p_{CO}}{p_T}$$

$$x_{CO} = \frac{0,30 \text{ atm}}{0,90 \text{ atm}} \cdot 100\%$$

$x_{CO} = 33,3\%$

- Cálculo do volume parcial do CO:

$V(CO) = x_{CO} \cdot V_T$

$V(CO) = 0,333 \cdot 10$ L

$V(CO) = 3,33$ L

Questão 09

Comentário:

A) Pela equação de Clapeyron, temos:

$P_T \cdot V_T = n_T \cdot R \cdot T \qquad P_T = n_T \cdot R \cdot T / V_T$

como:

$n_T = n(He) + n(N_2) + n(O_2)$

$n_T = m(He)/M(He) + m(N_2)/M(N_2) + m(O_2)/M(O_2)$

$n_T = 8/4 + 14/28 + 12,8/32 \qquad n_T = 2,9$ mol

Então,

$P_T = 2,9 \cdot 0,082 \cdot 300/5,8$

$P_T = 12,3$ atm

B) O gás hélio é o gás que apresenta a maior fração molar, pois apresenta maior número de mols, entre todos os componentes da mistura. Portanto, a pressão parcial do hélio é igual a:

$p_{He} = x_{He} \cdot P_T$

$p_{He} = n(He)/[n(He) + n(N_2) + n(O_2)] \cdot P_T$

$p_{He} = 2/2,9 \cdot 12,3$

$p_{He} = 8,5$ atm

Questão 10 – Letra A

Comentário: A pressão a ser aplicada no êmbolo, para mantê-lo em equilíbrio estático, deve ser igual à pressão total exercida pelos gases sobre ele.

- Cálculo da pressão parcial do hélio:

$$p_{He} = \frac{n(He) \cdot R \cdot T}{V}$$

Como $n = \frac{m}{M}$, então

$$p_{He} = \frac{m(He) \cdot R \cdot T}{M(He) \cdot V}$$

$$p_{He} = \frac{2,0 \text{ g} \cdot 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \cdot 400 \text{ K}}{4,0 \text{ g.mol}^{-1} \cdot 10 \text{ L}}$$

$p_{He} = 1,64$ atm

- Cálculo da pressão parcial do hidrogênio:

$$p_{H_2} = \frac{n(H_2) \cdot R \cdot T}{V}$$

$$p_{H_2} = \frac{0{,}25\ mol \cdot 0{,}082\ atm.L.mol^{-1}.K^{-1} \cdot 400\ K}{10\ L}$$

$$p_{H_2} = 0{,}82\ atm$$

- Cálculo da pressão total exercida pelos gases no êmbolo:

$p_T = p_{He} + p_{H_2}$
$p_T = 1{,}64\ atm + 0{,}82\ atm$
$p_T = 2{,}46\ atm$

Questão 11

Comentários:

A) A densidade de um gás é diretamente proporcional a sua massa molar (d = pM/RT). Assim, nas mesmas condições de temperatura e pressão, a densidade do gás metano ($M = 16\ g.mol^{-1}$) é maior que a do ar ($M = 28{,}8\ g.mol^{-1}$). A menor densidade do metano perante o ar garante sua ascensão.

B) Não seria possível obter a mistura com a composição descrita, já que o ar tem cerca de 21% em volume de oxigênio. Portanto, ao misturá-lo com o metano puro, a porcentagem de oxigênio na mistura só poderia ficar menor que 21%.

Questão 13 – Soma = 18

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Incorreta. O processo no qual há passagem de um gás através de um pequeno orifício, como o escape dos gases hélio e hidrogênio pela borracha do balão, é denominado efusão. A difusão é o movimento espontâneo de dispersão das partículas de um gás em outro meio (por exemplo, no ar) de modo a formar uma mistura homogênea.

02. Correta. As misturas gasosas são sempre homogêneas, pois os gases são miscíveis entre si em qualquer proporção.

04. Incorreta. A velocidade de efusão dos gases depende das massas molares, de forma que aqueles com menores massas molares escapam mais rapidamente por pequenos orifícios. Além disso, a velocidade de efusão também depende das temperaturas absolutas dos gases, sendo que os gases que se encontram em maiores temperaturas têm velocidade de efusão maior.

16. Correta. Para as mesmas condições de pressão e temperatura, a densidade dos gases é diretamente proporcional a suas massas molares (d = pM/RT). A massa molar do gás sulfídrico (H_2S) é $34\ g.mol^{-1}$, enquanto o ar trata-se de uma mistura gasosa constituída predominantemente por N_2 e O_2, cuja massa molar média é aproximadamente igual a $28{,}8\ g.mol^{-1}$. Conclui-se que o gás sulfídrico é mais denso que o ar, por isso acumula-se junto ao solo quando escapa de seu recipiente.

Questão 15 – Letra A

Comentário: De acordo com a Lei de Graham, temos:

$$\frac{v_z}{v_y} = \sqrt{\frac{M_y}{M_z}}$$

$$\frac{v_z}{v_y} = \sqrt{\frac{4}{36}} \quad \therefore V_y = 3V_z$$

Seção Enem

Questão 01 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Observa-se no gráfico a ocorrência de grande variação da umidade relativa do ar no período de tempo compreendido entre 6h e 18h. Nesse intervalo, o percentual da umidade relativa vai do máximo ao mínimo. Assim, pode-se concluir que a insolação tem grande influência na umidade relativa do ar.

Questão 02 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 4

Habilidade: 14

Comentário: O ar atmosférico, em altitudes mais elevadas, apresenta menor pressão (devido à menor coluna de ar sob a superfície terrestre) e é mais rarefeito, ou seja, a concentração dos seus componentes é menor do que ao nível do mar. Assim, a atmosfera de La Paz, se comparada com a do Brasil, apresenta menor pressão e menor concentração de oxigênio.

Questão 03 – Letra D

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 3

Habilidade: 9

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. As barragens podem causar diversos impactos ambientais na região onde são construídas, por exemplo:
   - Decréscimo na concentração de oxigênio devido à diminuição da agitação da água;
   - Contaminação e elevação dos níveis dos lençóis freáticos devido ao alagamento de áreas não previstas;
   - Retenção de material devido ao hidrotransporte;
   - Produção de gases metano e sulfídrico devido à decomposição anaeróbica da matéria orgânica;
   - Dificuldade da migração reprodutiva dos peixes devido à criação de obstáculos na construção das barragens, etc.

B) Incorreta. *Vide* comentário da alternativa A.

C) Incorreta. A vazão da represa é controlada de modo que a velocidade do rio não se altera.

D) Correta. O grande volume de água represado na construção de barragens faz com que ocorra o aumento da taxa de evaporação. Com isso, a concentração de vapor de água na atmosfera local aumenta e, consequentemente, a umidade relativa do ar se eleva.

E) Incorreta. A construção de represas aumenta a disponibilidade de água para a realização do ciclo da água, devido ao grande volume de água represado em uma determinada região.

MÓDULO – B 04

Introdução à Cinética Química

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra A

Comentário: A velocidade média, v_m, de uma reação é dada pelo módulo da razão entre a variação da concentração, $\Delta[\ ]$, de um reagente ou de um produto, e a variação do tempo, Δt. Pode ser usada, em vez da variação da concentração, a variação da quantidade em massa, Δm, ou a variação em quantidade de matéria, Δn. A variação de tempo considerada na questão é de quatro minutos, correspondendo ao intervalo de um a cinco minutos. Nesse intervalo de tempo, a concentração do reagente varia de 0,9 mol.L^{-1} para 0,1 mol.L^{-1}; logo, sofre uma diminuição igual a 0,8 mol.L^{-1}. Assim, a velocidade média é dada por:

$$v_m = \frac{|\Delta[\ ]|}{\Delta t} = \frac{0{,}8\ \text{mol.L}^{-1}}{4\ \text{min}} = 0{,}2\ \text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

Questão 02 – Letra B

Comentário: No intervalo de tempo entre 360 s e 540 s, a concentração do reagente varia de 1,90 mol.L^{-1} a 1,72 mol.L^{-1}. Assim, a velocidade média é dada por

$$v_m = \frac{|\Delta[N_2O_5]|}{\Delta t} = \frac{|(1{,}72 - 1{,}90)|\ \text{mol.L}^{-1}}{(540 - 360)\text{s}}$$

$$v_m = \frac{0{,}18\ \text{mol.L}^{-1}}{180\ \text{s}} = 1{,}0\text{x}10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

Questão 03 – Letra B

Comentário: A velocidade média de consumo pode ser calculada dividindo-se a quantidade de matéria consumida pelo intervalo de tempo:

$$V(N_2) = \frac{0{,}20\ \text{mol}}{5\ \text{min}} = 0{,}04\ \text{mol.min}^{-1}$$

Pela estequiometria da reação, 1 mol de $N_{2(g)}$ reage com 3 mol de $H_{2(g)}$, formando 2 mol de $NH_{3(g)}$

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

Logo,

1 mol de N_2 —— 3 mol de H_2

0,20 mol de N_2 —— x

x = 0,60 mol de H_2

$$v(H_2) = \frac{0{,}60\ \text{mol}}{5\ \text{min}} = 0{,}12\ \text{mol.min}^{-1}$$

Questão 04

Comentários:

1. A velocidade instantânea pode ser calculada pela inclinação da reta tangente:

   $$v_{inst.} = \frac{|(0{,}0000 - 0{,}1000)\text{mol.L}^{-1}|}{(1450 - 500)\text{s}}$$

   $$v_{inst.} = 1{,}05\text{x}10^{-4}\ \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

2. A velocidade diminui com o decorrer da reação.

   A velocidade da reação depende da concentração do reagente e é tanto menor quanto menor for essa concentração – isto é, ela diminui à medida que a reação avança. Isso ocorre porque, com a diminuição do número de partículas, a probabilidade de ocorrerem colisões efetivas é menor e, consequentemente, menor será a velocidade da reação.

   Além disso, como a velocidade instantânea é dada pela inclinação da reta tangente e esta diminui com o passar do tempo, conclui-se que a velocidade da reação também diminui.

Questão 05

Comentários:

A) Se a concentração de A se reduz à metade a cada 30 minutos:

$$1{,}00\ \text{mol.L}^{-1} \xrightarrow{30\ \text{min}} 0{,}50\ \text{mol.L}^{-1} \xrightarrow{30\ \text{min}}$$

$$0{,}25\ \text{mol.L}^{-1} \xrightarrow{30\ \text{min}} 0{,}125\ \text{mol.L}^{-1}$$

Logo, após 90 minutos, a concentração de A atingirá o valor de 0,125 mol.L^{-1}

B) Ao calcularmos a velocidade média de consumo do reagente A em intervalos de tempo de 30 minutos, percebe-se que a velocidade instantânea de consumo de A diminui com o passar do tempo.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra A

Comentário: A velocidade média de uma reação química é dada por:

$$v = \frac{\text{quantidade de matéria de reagente}}{\text{tempo}}$$

Segundo os dados do gráfico, temos que:

$$v = \frac{(2 - 6)\ \text{mol}}{(4 - 0)\ \text{s}} = -1\ \text{mol.s}^{-1}$$

Observação: O sinal negativo para a velocidade indica que ela se refere ao consumo do reagente, pois, como a quantidade de matéria deste diminui com o tempo, a variação da quantidade de matéria do reagente será sempre negativa.

Questão 03

Comentário:

A) No pior cenário de emissão de CO_2 apresentado no gráfico, tem-se um aumento anual de velocidade de emissão igual a 3%. Então:

$$V_m = \frac{[CO_2]}{t} = \frac{[CO_2]_{2050} - [CO_2]_{2020}}{2050 - 2020}$$

V_m = (780 p.p.m. – 480 p.p.m.) / 30 anos

V_m = 300 p.p.m. / 30 anos = 10 p.p.m./ano.

B) No ano de 2060, a concentração de CO_2 no ar seria de 400 p.p.m. caso a velocidade de emissão de CO_2 se mantivesse constante.

1 ppm = 1 mg de CO_2/kg de ar

400 ppm = 400 mg de CO_2 /Kg de ar

400 mg de CO_2 —— 1 000 g de ar

m(CO_2) —— 5x10^{21} g de ar

m(CO_2) = 2x10^{15} kg

Questão 04 – Letra E

Comentário: Durante uma reação química, os reagentes são consumidos para formação dos produtos. Assim, a concentração dos reagentes irá diminuir, enquanto a dos produtos irá aumentar no decorrer da reação. No gráfico, Z é o reagente e X e Y são os produtos, de forma que a reação representada é: Z → X + Y.

Questão 05 – Letra A

Comentário: A velocidade média de qualquer reação química pode ser calculada da seguinte forma:

$$v = \frac{\text{quantidade de matéria}}{\text{tempo}}$$

Para o NH_3, temos:

$v(NH_3) = (0{,}10 - 0)$ mol/10 min = 0,01 mol.min^{-1}

Para o N_2, temos:

$v(N_2) = (0{,}45 - 0{,}50)$ mol/10 min = –0,005 mol.min^{-1}

Para o H_2, temos:

$v(H_2) = (1{,}35 - 1{,}50)$ mol/10 min = –0,015 mol.min^{-1}

A velocidade da reação é igual ao módulo da velocidade de produção ou consumo de qualquer substância envolvida na reação dividida pelo seu respectivo coeficiente estequiométrico. Dessa forma, temos:

$v_{reação} = v(NH_3)/2 = v(N_2)/1 = v(H_2)/3 = 0{,}005$ mol.min^{-1}

Questão 09 – Letra B

Comentário: Numa reação química, a velocidade de produção ou consumo de uma substância é numericamente igual à velocidade da reação multiplicada por seu coeficiente estequiométrico. Por exemplo, um reagente com coeficiente 2 é consumido 2 vezes mais rápido que um reagente com coeficiente 1.

Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A e B são consumidos com velocidades diferentes, pois seus coeficientes estequiométricos são diferentes. A velocidade de consumo de B é 3/2 maior do que a velocidade de consumo de A.

B) Correta. A e C possuem mesma velocidade, em módulo, de desaparecimento / aparecimento, pois seus coeficientes estequiométricos são iguais.

C) Incorreta. C e D são produzidos com velocidades diferentes, já que seus coeficientes estequiométricos são diferentes. A velocidade de formação de C é duas vezes maior do que a velocidade de formação de D.

D) Incorreta. A velocidade de aparecimento de D é um terço, e não o triplo, da velocidade de desaparecimento de B, pois seus coeficientes estequiométricos apresentam essa mesma relação.

E) Incorreta. A velocidade de desaparecimento de A é o dobro, e não a metade, da velocidade de aparecimento de D, pois seus coeficientes estequiométricos apresentam essa mesma relação.

Questão 13 – Letra B

Comentário: A velocidade instantânea de uma reação pode ser graficamente interpretada como a inclinação da reta tangente à curva do gráfico de concentração (ou quantidade de matéria ou volume) por tempo em um instante t.

Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. Como as inclinações das retas tangentes ao gráfico diminuem ao longo do tempo, a velocidade também vai diminuindo durante o processo de decomposição.

B) Correta. No final da decomposição, as inclinações das retas tangentes à curva tendem a zero, logo, a velocidade também tende a zero.

C) Incorreta. Conforme a explicação exposta na alternativa A, a velocidade não se mantém constante ao longo do processo de decomposição.

D) Incorreta. Como a inclinação da reta tangente à curva é diferente de zero no início do processo, a velocidade também é diferente de zero.

Questão 14 – Letra E

Comentário: H_2O e O_2 são produtos. Inicialmente, possuem concentrações iguais a zero e, com o decorrer do tempo, suas concentrações aumentam, ou seja, as curvas que descrevem a formação dessas espécies devem ser ascendentes, partindo da origem do gráfico. H_2O_2, por sua vez, é reagente. Sua concentração inicial é diferente de zero e, à medida que o tempo passa, ocorre a diminuição da concentração dos reagentes, uma vez que esses são consumidos durante o processo. A curva que descreve o consumo de H_2O_2 deve ser descendente. Conforme a reação química balanceada de decomposição da água oxigenada, a velocidade de formação da água é o dobro da velocidade de formação do gás oxigênio. Dessa forma, a inclinação da reta tangente à curva que descreve a formação de H_2O deve ser maior que a inclinação da reta tangente à curva que descreve a formação de O_2.

Questão 16

Comentários:

A) A reação balanceada de neutralização é:

$$HC\ell_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaC\ell_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

Para calcular a quantidade de matéria de ácido clorídrico no início da reação, basta calcular a quantidade de matéria de hidróxido de sódio gasta na neutralização. Dessa forma:

$n(NaOH) = 14{,}5\times10^{-3}$ L . $0{,}120$ mol.L^{-1} = $1{,}74\times10^{-3}$ mol

$n(HC\ell) = 1{,}74\times10^{-3}$ mol

$[HC\ell]_{inicial} = 1{,}74\times10^{-3}$ mol/10^{-2} L = 0,174 mol.L^{-1}

B) A velocidade de decomposição da fenolftaleína é

$$v = \frac{\text{quantidade de matéria de fenolftaleína}}{\text{tempo}}$$

$v = (3\times10^{-3}$ mol.L^{-1} – 5×10^{-3} mol.L^{-1})/(50 s – 0 s)

$v = 4\times10^{-5}$ mol.L^{-1}.s^{-1}

A velocidade de reação depende diretamente da concentração de fenolftaleína. Com a diminuição da concentração de fenolftaleína, ocorre a diminuição da velocidade de reação. Assim, para diferentes intervalos de tempo, serão encontrados diferentes valores de velocidade.

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Cada linha apresentada no gráfico corresponde a uma dosagem ingerida de álcool por um indivíduo. A linha obtida pela união de pontos representados por triângulos não preenchidos apresenta o menor ponto de máximo entre todas as linhas apresentadas. Isso significa que a dose ingerida nessa situação é a menor de todas. Já a linha obtida pela união de pontos representados por quadrados apresenta o maior ponto de máximo entre todas as linhas apresentadas. Isso significa que a dose ingerida nessa situação é a maior de todas.

Quanto maior for a dosagem de álcool ingerida, maior será a quantidade dessa substância no sangue, e maior será o tempo necessário para a sua completa metabolização.

Dessa forma, o melhor título para essa figura seria: Estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. Se a espessura da camada fosse diretamente proporcional à velocidade, a curva deveria ser uma reta, o que não se verifica.

B) Incorreta. Pela simples análise do gráfico, vemos que a espessura não dobra a cada 10 000 anos. Essa situação corresponderia a uma curva exponencial, o que também não se verifica.

C) Correta. Pode-se observar que a maior variação de espessura para a menor variação de tempo ocorre quando a pedra é mais jovem, ou seja, a velocidade de fixação de água na superfície da pedra, formando uma camada hidratada, diminui com o passar do tempo.

D) Incorreta. Quando a pedra é mais velha, o aumento da espessura é muito pequeno mesmo para intervalos grandes de tempo.

E) Incorreta. Embora tenha sido um aumento muito pequeno, a espessura da camada aumentou após 100 000 anos.

Questão 03 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 24

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

I. Correta. A formulação A atinge a concentração mínima efetiva em menos tempo, portanto, sua absorção é mais rápida que a da formulação B.

II. Correta. A concentração sérica média apresenta-se maior ou igual à concentração mínima efetiva por um tempo maior na formulação B do que na formulação A.

III. Incorreta. O tratamento é mais barato com a formulação B. Considerando a mesma quantidade de medicamento nas duas formulações, a formulação B é a que permite um maior tempo de manutenção da concentração mínima efetiva.

MÓDULO – C 05

Classificação periódica

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra E

Comentário: Pt, Au e Hg apresentam números atômicos consecutivos, porque se encontram em sequência num mesmo período. Li, Na e K têm reatividades semelhantes, pois pertencem à mesma família. Ne, Ar e Kr, à temperatura ambiente, são gases nobres, portanto se encontram no mesmo estado físico (gasoso).

Questão 02 – Letra E

Comentário: Nas colunas, que podem ser chamadas de grupos ou famílias, estão dispostos os elementos com propriedades químicas parecidas, relacionadas pela mecânica quântica em função das semelhanças na estrutura eletrônica dos átomos. O fósforo e o arsênio são elementos químicos que pertencem à família 15 da tabela periódica e, por isso, compartilham algumas propriedades semelhantes.

Questão 03 – Letra B

Comentário: Como a distribuição eletrônica dos quatro elementos químicos termina em subníveis s e p, conclui-se que são todos elementos representativos. Nos metais alcalinos, a configuração eletrônica termina em ns^1 e nos metais alcalinoterrosos em ns^2. Já os gases nobres são caracterizados por uma configuração terminada em $ns^2 np^6$. Assim, o elemento I é um metal alcalino, o III é um gás nobre e o IV é um metal alcalinoterroso. O elemento II possui distribuição eletrônica irregular terminada em $ns^1 (n - 1)d^5$, que é característica dos elementos da família 6. Portanto, o elemento II não é um metal alcalino.

Questão 04 – Letra C

Comentário: O elemento X, de número atômico igual a 36, cuja configuração eletrônica é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$, possui 8 elétrons de valência ($4s^2\ 4d^6$). Esse elemento é o criptônio (Kr), que pertence à família dos gases nobres. O elemento Y, de número atômico igual a 19, cuja configuração eletrônica é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$, possui 1 elétron de valência ($4s^1$). Esse elemento é o potássio (K), que pertence à família dos metais alcalinos. Ambos pertencem ao quarto período da tabela periódica.

Questão 05 – Letra A

Comentário: Os gases nobres são os únicos elementos cujos átomos são encontrados isolados (não fazem ligações interatômicas) na natureza.

Os metais alcalinos, ao reagirem com a água, produzem uma solução aquosa básica e gás hidrogênio.

Os halogênios são encontrados na natureza, geralmente, na forma de sais.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra C

Comentário: Elementos pertencentes ao mesmo grupo ou família apresentam propriedades físicas e químicas similares, devido às semelhanças em suas configurações eletrônicas. Os únicos elementos que pertencem às mesmas famílias entre os citados são o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg), pertencentes ao grupo 2 (família IIA).

Questão 02 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. Entre os elementos apresentados, somente o ferro (Fe) e o titânio (Ti) são metais de transição.

B) Incorreta. Abundância dos metais alcalinos (Na e K) = 2,8 + 2,6 = 5,4% em massa. Abundância dos metais alcalinoterrosos (Ca e Mg) = 3,6 + 2,1 = 5,7% em massa.

C) Correta. Dos constituintes apresentados, os metais são Aℓ, Fe, Ca, Na, K, Mg e Ti. A porcentagem total, em massa, dos metais é igual a 24,6%, ou seja, menos da metade em massa da crosta terrestre.

D) Correta. Nenhum halogênio (grupo 17) se encontra entre os constituintes mais abundantes na crosta terrestre. Portanto, os halogênios estão representados no gráfico na classificação "Todos os outros", que apresenta porcentagem de 1,1% em massa.

Questão 05 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das distribuições eletrônicas:

1. Elemento metal alcalino (coluna 1), pois a configuração de valência é igual a ns^1.
2. Elemento da família dos gases nobres (coluna 18), pois a configuração de valência é igual a $ns^2\ np^6$.
3. Elemento metal alcalinoterroso (coluna 2), pois a configuração de valência é igual a ns^2.
4. Elemento da família dos gases nobres (coluna 18), pois a configuração de valência é igual a $ns^2\ np^6$.
5. Elemento da família dos halogênios (coluna 17), pois a configuração de valência é igual a $ns^2\ np^5$.

Questão 07 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. O átomo neutro de Cr (Z = 24) apresenta 24 elétrons. Logo, seu cátion trivalente, Cr^{3+}, apresenta 21 elétrons.

B) Correta. O ferro (Fe) apresenta número atômico Z igual a 26. Portanto, mesmo quando se encontra ionizado, como no cátion Fe^{3+}, o ferro ainda possui 26 prótons.

C) Incorreta. O átomo neutro de Fe (Z = 26) possui 26 prótons e 26 elétrons. Para se transformar em seu cátion trivalente, Fe^{3+}, o átomo neutro deve perder 3 elétrons. Assim, o cátion Fe^{3+} possui 26 prótons e 23 elétrons.

D) Correta. Distribuição eletrônica para o átomo neutro de Cu (Z = 29):

Cu: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^{10}$

Para formar seu cátion Cu^{2+}, o cobre perde um elétron de seu subnível de valência (4s), transformando o subnível 3d no novo subnível de valência de onde se retira mais um elétron. Assim, temos a configuração eletrônica do cátion bivalente do cobre:

Cu^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9$

No 1º nível, o cátion possui 2 elétrons; no 2º nível, 8 elétrons e no 3º nível, 17 elétrons.

E) Correta. Verificando-se as distribuições eletrônicas dos átomos neutros de Cu (Z = 29), Cr (Z = 24) e Fe (Z = 26):

Cu: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^{10}$

Cr: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$

Fe: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

Todos os átomos neutros apresentam o 4º nível como nível de valência. Portanto, na tabela periódica, os elementos pertencem ao 4º período.

Questão 11 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. O carbono, o nitrogênio e o oxigênio fazem parte do segundo período; o hidrogênio faz parte do primeiro período; e o fósforo do terceiro período da classificação periódica.

B) Incorreta. Apenas dois elementos do conjunto B ($_{12}Mg$ e $_{20}Ca$) são metais alcalinoterrosos. O sódio e o potássio são metais alcalinos, e o enxofre e o cloro são ametais dos grupos dos calcogênios e dos halogênios, respectivamente.

C) Incorreta. Não há nenhum elemento nesse conjunto que faça parte do sexto período da tabela periódica. Os elementos $_{23}V$, $_{24}Cr$, $_{25}Mn$, $_{26}Fe$, $_{27}Co$, $_{29}Cu$, $_{30}Zn$ fazem parte do quarto período, enquanto o $_{42}Mo$ e o $_{53}I$ fazem parte do quinto período da tabela periódica.

D) Correta. Excetuando o $_{53}I$, todos os outros elementos do conjunto C são metais de transição.

Questão 12 – Letra D

Comentário: A partir dos fragmentos do texto sobre cada um dos elementos, é possível concluir que o metal referido no trecho I pertence à família dos metais alcalinos, pois apresenta alta reatividade com a água, produzindo hidrogênio, que é o responsável pela flutuação do metal na água.

O elemento químico referido no trecho II é o carbono, elemento chave para a vida humana, presente em todos os compostos orgânicos e capaz de formar cadeias longas e estáveis por meio de ligações covalentes entre os átomos.

Seção Enem

Questão 01 – Letra C

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. O número atômico do plutônio é 94. Sua configuração eletrônica é:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^6\ 7s^2\ 5f^6$

O subnível mais energético dos átomos desse elemento é do tipo "f", sendo classificado, portanto, como elemento de transição interna. Todo elemento de transição é um elemento metálico, podendo ser denominado metal de transição interna.

B) Incorreta. A charge nos mostra um cientista misturando o conteúdo de tubos de ensaio. Tal mistura de substâncias pode promover alterações nas eletrosferas dos átomos; entretanto, a obtenção de elementos artificiais se dá por alterações no número de prótons e nêutrons dos núcleos de determinados átomos.

C) Correta. O plutônio se localiza no 7º período da classificação periódica moderna, apresentando sete níveis energéticos.

D) Incorreta. O elemento químico de número atômico 109 se localiza no 7º período da família 9 (VIIIB 2ª coluna) da classificação periódica moderna. Esse período contém elementos químicos naturais de números atômicos compreendidos entre 87 e 94. Os elementos que formam um determinado período não apresentam propriedades químicas semelhantes. A única semelhança existente é o número de níveis eletrônicos ocupados.

E) Incorreta. O elemento de número atômico 1 é o hidrogênio. Ele não apresenta propriedades químicas semelhantes a nenhum grupo de elementos que compõe a tabela periódica e, portanto, não é classificado como metal alcalino.

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Para resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. As massas molares do fósforo e do arsênio são muito diferentes. Isso pode ser verificado observando-se os valores das massas atômicas desses elementos na tabela periódica. A massa do arsênio é mais que o dobro da massa do fosforo:

$M(P) = 30{,}9\ g.mol^{-1}$

$M(As) = 74{,}9\ g.mol^{-1}$

B) Incorreta. O elemento químico fósforo pode formar substâncias simples diferentes denominadas alótropos. O fósforo branco é formado por um átomo de fósforo ligado a outros três átomos. O fósforo vermelho é uma espécie de polímero do primeiro. O arsênio, por sua vez, forma uma substância simples cuja coloração característica é acinzentada, característica de substâncias metálicas.

C) Correta. A similaridade química entre dois elementos representativos está relacionada com a distribuição eletrônica desses elementos, pois a quantidade de elétrons de valência determina como esses elementos reagem com um elemento de referência. Essa similaridade pode ser verificada pela posição em que os elementos se encontram na tabela periódica. Assim, como o fósforo e o arsênio estão localizados em uma mesma família na classificação periódica, pode-se afirmar que esses elementos têm configurações eletrônicas semelhantes e, consequentemente, propriedades químicas similares.

D) Incorreta. Os elementos químicos em questão apresentam diferentes números atômicos, ou seja, diferentes números de prótons em seus núcleos. Portanto, o número de partículas nos núcleos atômicos do fósforo e do arsênio são diferentes.

E) Incorreta. O fósforo é um elemento ametálico e faz parte da estrutura do DNA. Já o arsênio é um elemento semimetálico, com características intermediárias entre os metais e os ametais. Essas características não são determinantes para prever se é possível a fixação desses elementos na estrutura do DNA.

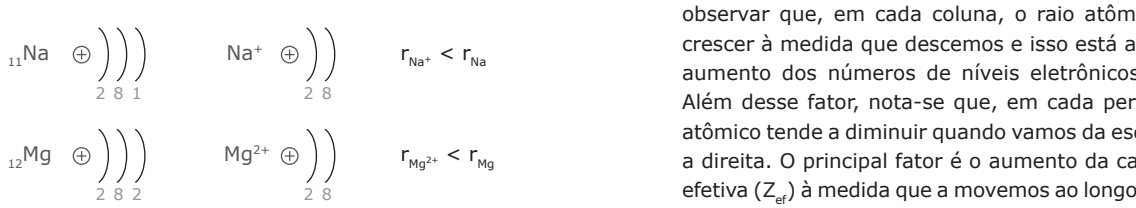
MÓDULO – C 06

Propriedades periódicas

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra E

Comentário: A seguir, apresentam-se as configurações eletrônicas, em níveis de energia, para os átomos dos elementos e seus respectivos íons citados na questão:



O raio de um cátion é sempre menor que o raio do respectivo átomo neutro. Já um ânion tem raio maior que o respectivo átomo neutro.

Numa comparação entre espécies isoeletrônicas (mesmo número de elétrons), tem menor raio a espécie que apresenta a maior carga nuclear. Logo,

$$r_{Mg^{2+}} < r_{Na^+} < r_{F^-} < r_{O^{2-}}$$

Questão 02 – Letra D

Comentário: Os elétrons mais externos de um átomo são menos sujeitos à atração do núcleo positivo. Por isso, requerem menos energia para sua remoção do átomo do que os elétrons mais internos. Pela análise do gráfico, percebe-se que a energia necessária para retirar um elétron do átomo do metal considerado é sempre maior que a gasta para retirar o elétron anterior. Isso acontece porque, com a retirada de um elétron, a força de atração entre o núcleo e os elétrons restantes se torna mais intensa, sendo mais difícil a remoção de um segundo elétron. Pode-se observar, também, que a quarta energia de ionização é muito maior que a terceira, o que se explica pelo fato de o quarto elétron se encontrar em um nível de energia mais interno que os três anteriores, estando, dessa forma, mais sujeito à ação do núcleo. Conclui-se, portanto, que os átomos do metal considerado possuem três elétrons de valência e, como esse elemento pertence ao terceiro período da tabela periódica, o gráfico se refere ao metal alumínio, cuja configuração eletrônica é dada por $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$. Assim, a alternativa C está correta, e a D está incorreta.

Entre os elementos de um mesmo período, os metais são aqueles que apresentam os maiores raios e as menores afinidades eletrônicas. Logo, as alternativas A e B estão corretas.

Questão 03 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das proposições.

I. Incorreta. A eletronegatividade é a medida da tendência que os átomos têm de atrair elétrons em uma ligação química e relaciona-se com o raio de forma inversamente proporcional.

II Incorreta. Afinidade eletrônica é a energia liberada por um átomo neutro, isolado e no estado gasoso, quando incorpora um elétron adicional. Seus valores crescem no mesmo sentido do crescimento da eletronegatividade e da energia de ionização. Dessa forma, quanto menor o raio, maior é a afinidade eletrônica.

III Correta. Potencial de ionização é a energia necessária para retirar um elétron do nível mais externo de um átomo neutro e isolado, no estado gasoso.

IV Correta. Os valores dos raios atômicos nos permitem observar que, em cada coluna, o raio atômico tende a crescer à medida que descemos e isso está associado ao aumento dos números de níveis eletrônicos ocupados. Além desse fator, nota-se que, em cada período, o raio atômico tende a diminuir quando vamos da esquerda para a direita. O principal fator é o aumento da carga nuclear efetiva (Z_{ef}) à medida que a movemos ao longo do período.

Questão 04 – Letra B

Comentário: De forma geral, os elementos de maiores raios são aqueles que apresentam as menores eletronegatividades e as menores energias de ionização, o que facilita a retirada de elétrons.

Questão 05 – Soma = 23

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01 Correta. Quando um átomo neutro se transforma em um cátion, ele perde pelo menos um elétron e o seu núcleo atrai mais fortemente a eletrosfera, diminuindo o raio.

02. Correta. Quando um átomo incorpora um elétron, aumenta o número de elétrons e as repulsões eletrostáticas entre eles. Consequentemente, o raio do ânion é maior que o raio do átomo neutro e maior será a dificuldade que o seu núcleo terá para atrair os elétrons mais externos. Assim, a energia necessária para retirar um elétron do nível mais externo de um ânion é menor que a energia de ionização para o átomo neutro.

04. Correta. Como os elementos do grupo 5A têm subníveis p semipreenchidos, o elétron adicionado deve entrar em um orbital que já está ocupado, resultando em repulsões elétron-elétron maiores e, portanto, menores valores de afinidade eletrônica.

08. Incorreta. Os valores da afinidade eletrônica crescem no mesmo sentido de crescimento da eletronegatividade.

16. Correta. Na família dos metais alcalinos, as temperaturas de fusão e de ebulição aumentam de acordo com a diminuição do raio atômico. Essas temperaturas estão relacionadas à força de coesão nos metais, que, por sua vez, está relacionada ao número de elétrons de valência e à atração desses elétrons pelo núcleo, que aumenta à medida que o raio atômico diminui.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. O bário se encontra na coluna 2 (família IIA) e é classificado como metal alcalinoterroso.

B) Incorreta. Uma espécie química com a mesma quantidade de prótons e elétrons é eletricamente neutra. O íon Ba^{2+} apresenta 56 prótons e 54 elétrons.

C) Correta. O Ba^{2+} possui 1 nível eletrônico ocupado a mais que o Sr^{2+}, o que confere ao Ba^{2+} maior raio iônico.

D) Correta. A carga bivalente do cátion de bário é resultado da perda de 2 elétrons pelo átomo neutro de bário.

E) Correta. Quando um átomo neutro de bário se transforma no cátion Ba^{2+}, ele perde 2 elétrons, e o seu núcleo atrai mais fortemente a eletrosfera, diminuindo seu raio.

Questão 03 – Letra D

Comentário: Para remover do 1º ao 5º elétron do átomo de nitrogênio, é necessária uma quantidade de energia crescente. Isso se deve ao fato de os elétrons estarem cada vez mais próximos do núcleo, que apresenta carga positiva "constante", atraindo os elétrons restantes mais intensamente. A diferença de energia de ionização do 6º para o 5º elétron é muito maior que a diferença de energia de ionização do 5º para o 4º elétron. Isso ocorre devido ao fato de o 6º elétron estar em um nível mais próximo do núcleo (menos energético) que o 5º elétron, fazendo com que o núcleo exerça maior força de atração sobre esse elétron, necessitando de uma energia muito maior que aquela para remover o elétron anterior.

Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. O nível eletrônico mais externo tem 5 elétrons.

B) Incorreta. O 7º elétron é o mais difícil de ser removido.

C) Incorreta. O processo representa a energia de ionização do 6º elétron.

D) Correta. Os cinco elétrons mais externos possuem maiores energias que os dois mais internos, pois estão localizados em um nível de maior energia potencial.

E) Incorreta. O último elétron necessita de 700 eV para ser retirado do átomo, portanto, para retirar todos os elétrons, será necessária uma quantidade de energia total maior que 700 eV.

Questão 05 – Letra C

Comentário: Energia de ionização é a energia necessária para retirar um elétron de um átomo no estado gasoso. Essa energia é tanto maior quanto mais próximo o elétron se encontra do núcleo, em virtude da maior atração coulombiana que está sendo exercida sobre ele. Quando se retira um elétron do átomo, ocorre a diminuição do raio iônico, pois o núcleo, com sua carga constante, atrai os elétrons restantes com mais intensidade. Assim, para retirar o segundo elétron é necessário fornecer mais energia que aquela para retirar o primeiro. As sucessivas energias de ionização de um átomo são crescentes.

Questão 06 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das proposições.

A) Correta. Quando o sódio perde 1 elétron e se transforma em Na^{+}, seu núcleo atrai mais fortemente os elétrons restantes, diminuindo o raio.

B) Correta. Na^{+} e Mg^{2+} possuem a mesma quantidade de elétrons, porém o Mg^{2+} possui maior carga nuclear, fazendo com que seu raio seja menor que o do sódio.

C) Incorreta. O elétron mais externo no magnésio é mais fortemente atraído que o elétron mais externo no sódio, devido à diferença de carga nuclear. Portanto, o primeiro potencial de ionização do magnésio é maior que o primeiro potencial de ionização do sódio.

D) Correta. A segunda energia de ionização é sempre maior que a primeira, pois, ao remover o primeiro elétron, a força de atração do núcleo sobre os elétrons restantes aumenta, fazendo com que seja necessário um gasto maior de energia para remover o elétron seguinte.

Questão 09

Comentários:

A) As sucessivas energias de ionização entre o primeiro e o quinto elétron para o átomo de nitrogênio são próximas e crescentes. Isso se explica pelo fato de que, ao se retirar um elétron, o núcleo de carga positiva constante exerce uma força maior sobre elétrons remanescentes, fazendo com que a energia necessária para retirar o próximo elétron seja maior que aquela necessária para retirar o elétron anterior. Como os cinco primeiros elétrons do átomo de nitrogênio estão no mesmo nível, suas energias de ionização são próximas.

B) Quando ocorre a retirada do quinto elétron de um átomo de nitrogênio, este adquire uma configuração eletrônica equivalente à configuração eletrônica do gás nobre hélio. Essa configuração é muito estável. A retirada do sexto elétron requer uma energia muito maior do que a retirada do quinto elétron, pois, além da grande estabilidade eletrônica, o sexto elétron encontra-se em um nível menos energético que o quinto elétron, resultando na necessidade de maior absorção de energia para vencer as interações núcleo-elétron.

Questão 10 – Letra D

Comentário: Os elementos representados são metais, pois apresentam baixas energias de ionização e pontos de ebulição altos.

Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. O elemento X possui a menor energia de ionização; logo, possui o menor número de níveis eletrônicos, uma vez que esses elementos pertencem à mesma família da tabela periódica.

B) Correta. Os elementos metálicos representados possuem o mesmo número de elétrons na camada de valência, pois pertencem à mesma família da tabela periódica.

C) Correta. Os elementos pertencem à mesma família; logo, estão em períodos diferentes da tabela periódica.

D) Incorreta. O elemento Z possui o maior raio atômico, ou seja, seu elétron de valência se encontra mais afastado do núcleo em relação aos outros elementos. Assim, a energia necessária para retirar o último elétron do elemento Z é menor se comparada com as energias necessárias para ionizar os outros elementos.

Questão 11 – Letra D

Comentário: A etapa I representa a primeira energia de ionização do sódio, ou seja, a energia que deve ser fornecida para retirar o elétron mais externo do átomo neutro de sódio no estado gasoso; logo, o processo é endotérmico (absorve energia). A etapa II representa a afinidade eletrônica do cloro, ou seja, a energia liberada por um átomo neutro de cloro no estado gasoso, quando ele incorpora um elétron adicional; logo, o processo é exotérmico (libera energia).

Questão 12 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

I. Incorreta. A energia do átomo não depende apenas da configuração eletrônica, mas também da carga nuclear.

II. Correta. A segunda ionização do hélio está equacionada a seguir:

$$He^{+}_{(g)} \rightarrow He^{2+}_{(g)} + e^{-}$$

Esse processo é o inverso da afinidade eletrônica do cátion He^{2+}, mostrado a seguir:

$$He^{2+}_{(g)} + e^{-} \rightarrow He^{+}_{(g)}$$

O calor trocado nos dois processos é, em módulo, idêntico.

III. Incorreta. Manipulando as equações dos processos citados, temos:

$$Li_{(g)} + e^{-} \rightarrow Li^{-}_{(g)}$$
$$Li_{(g)} \rightarrow Li^{+}_{(g)} + e^{-}$$
$$2Li_{(g)} \rightarrow Li^{-}_{(g)} + Li^{+}_{(g)}$$

O conhecimento dos valores da afinidade eletrônica e da primeira energia de ionização do lítio permite calcular o calor envolvido na transferência de um elétron de um átomo de $Li_{(g)}$ para o outro átomo de $Li_{(g)}$.

IV. Correta. A carga nuclear efetiva sobre os elétrons da espécie química H^{-} é menor do que sobre o elétron de um átomo de H neutro. Na primeira espécie, ocorre o efeito de blindagem eletrônica, o que diminui a carga nuclear efetiva quando comparado à espécie H. Assim, é mais fácil remover um elétron da espécie H^{-} do que da espécie H.

V. Correta. Quando o Be perde dois elétrons, forma um cátion com a configuração eletrônica igual a $1s^2$, idêntica à do gás nobre He. O primeiro estado excitado de ambos é igual a $1s^1\ 2s^1$.

Questão 15 – Letra D

Comentário: Para todos os elementos representados, a quantidade de elétrons é igual à quantidade de prótons, pois são todos neutros. Os elementos X, Y, Z e W são identificados como:

X (Z = 18): Ar
Y (Z = 19): K
Z (Z = 17): Cℓ
W (Z = 12): Mg

Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. O argônio apresenta o menor raio atômico, logo, apresenta a maior energia de ionização entre os átomos representados.

B) Correta. O magnésio está localizado na coluna 2 (família IIA), sendo classificado como um metal alcalinoterroso.

C) Correta. Nas condições normais de temperatura e pressão, o potássio possui todas as propriedades que caracterizam um metal, tais como: boa condutividade elétrica e térmica, maleabilidade, ductibilidade e brilho característico.

D) Incorreta. A eletronegatividade de um elemento é tanto menor quanto maior for o seu raio atômico. Sendo o potássio o elemento de maior raio entre os representados, ele possui a menor eletronegatividade. O argônio possui o menor raio, porém, não se define eletronegatividade para um gás nobre, já que este se encontra isolado na natureza. Portanto, o cloro é o elemento mais eletronegativo.

Questão 17 – Letra D

Comentário: Os metais mais reativos são aqueles que mais facilmente sofrem ionização, estando localizados à esquerda da tabela periódica. Esses elementos possuem grandes raios, devido à baixa carga nuclear, se comparados aos outros elementos do mesmo período. Consequentemente, possuem baixos potenciais de ionização e baixas eletronegatividades.

Questão 18 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. O ferro possui maior tendência em atrair elétrons em uma ligação química que o sódio devido à sua maior carga nuclear efetiva.

B) Correta. Os metais alcalinos perdem 1 elétron para atingir o octeto de valência, adquirindo NOx = +1.

C) Incorreta. Em um mesmo período da tabela periódica, quanto menor o número atômico de um elemento, maior será o seu raio atômico, devido à menor atração exercida pelo núcleo à eletrosfera. Portanto, o potássio possui maior raio atômico que o ferro.

D) Correta. O rubídio possui mais níveis eletrônicos que o ferro, logo, o raio atômico do ferro é menor que o do rubídio.

Questão 21 – Letra B

Comentário: Para removermos o 2º elétron de um átomo, é necessária uma quantidade de energia maior que aquela necessária para retirar o 1º elétron. Isso se deve ao fato de os elétrons estarem cada vez mais próximos do núcleo, que usa sua carga positiva constante, com maior força, para atrair os elétrons restantes.

Questão 23 – Letra E

Comentário: Nos períodos da tabela periódica, a densidade aumenta das extremidades para o centro, devido à diminuição do volume atômico. Portanto, entre os elementos Fr, Po, Hg, Pb e Os, o ósmio é aquele que apresenta a maior densidade por estar situado no centro da tabela.

Seção Enem

Questão 01 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. Ouro, prata, manganês, cobre, ferro, zinco, níquel, cromo e tungstênio são todos metais de transição externa e possuem subnível d como subnível de diferenciação.

B) Incorreta. Os átomos de cromo apresentam maior raio atômico e menor carga nuclear efetiva do que os átomos de cobre. Portanto, os elétrons dos átomos de cromo estão mais fracamente atraídos pelos núcleos atômicos do que os elétrons dos átomos de cobre, requerendo, assim, menor energia para promover a ionização de seus átomos.

C) Incorreta. Para íons isoeletrônicos (possuem o mesmo número de elétrons), quanto maior for a carga nuclear, menor será o raio iônico. Como a carga nuclear dos íons Zn^{2+} é maior do que a dos íons Cu^{+}, o raio iônico dos íons Zn^{2+} é menor do que o dos íons Cu^{+}.

D) Incorreta. Cobre, prata e ouro fazem parte do quarto, quinto e sexto períodos, respectivamente, da família 11 da classificação periódica.

E) Incorreta. A eletronegatividade é uma propriedade dos átomos dos elementos químicos. A bauxita é um minério de alumínio cujo principal componente é o $A\ell_2O_3$, e, portanto, não apresenta eletronegatividade.

Questão 02 – Letra E

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: Os metais representativos apresentam pontos de fusão e de ebulição que vão de médios a elevados. Isso se deve ao fato de que, para esses metais, a força de coesão eletrostática aumenta ao se passar do grupo 1 para o grupo 2 e o do grupo 2 para o grupo 13, pois quanto menor for o raio atômico, maior será a densidade de carga dos cátions formados e maior será a quantidade de elétrons semilivres, aumentando a intensidade da ligação metálica.

Os metais de transição, por sua vez, contam com uma contribuição dos elétrons localizados em subníveis d. Tais elétrons têm energia de ionização alta demais para ficarem deslocalizados. Esses átomos, então, disponibilizam seus elétrons de valência para a formação do mar de elétrons, e os elétrons desemparelhados, localizados em um subnível d mais interno, formam ligações covalentes. Por esse motivo, os metais de transição possuem, normalmente, pontos de fusão e de ebulição mais elevados que os representativos.

O metal que pode ser utilizado como solda para a chave tem de estar no estado sólido nas condições ambiente, porém, deve possuir baixa temperatura de fusão. Assim, entre os metais apresentados, o mais indicado para ser utilizado como solda é o gálio, visto que este é um metal representativo que se encontra no 4° período da tabela periódica, apresentando um maior raio atômico e, consequentemente, uma menor temperatura de fusão se comparado com os demais.

Questão 03 – Letra C

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 26

Comentário: A interferência dos íons Cd^{2+} nos processos biológicos acontece quando há a competição destes com outros íons que possuem características semelhantes. A carga do íon é um fator importante na determinação de sua toxicidade, pois as interações químicas desses íons com os sítios de enzimas que participam de processos metabólicos, por exemplo, são diretamente influenciadas pela carga. Além disso, um íon de raio grande não interfere com eficácia em processos bioquímicos que ocorrem com a presença de íons pequenos. Assim, para que a interferência dos íons Cd^{2+} nos processos biológicos seja eficaz, é necessário que estes íons apresentem carga e raio semelhantes a de outros íons que atuam em processos biológicos. Um exemplo seria a substituição dos íons Ca^{2+} pelos íons Cd^{2+}, uma vez que as cargas desses dois íons são iguais e os raios iônicos têm valores muito próximos – $r(Ca^{2+})$ = 100 pm e $r(Cd^{2+})$ = 103 pm –, o que provocaria uma doença nos ossos.

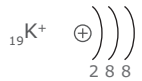
MÓDULO – C 07

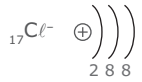
Ligações iônicas

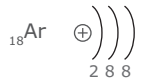
Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra D

Comentário: As configurações eletrônicas das espécies K^{+}, $C\ell^{-}$ e Ar são







Logo, as espécies são isoeletrônicas e, portanto, a alternativa A está correta.

Um ânion é sempre maior que seu respectivo átomo, já que ambos possuem a mesma carga nuclear; porém, o ânion apresenta mais elétrons. Assim, a alternativa B está correta.

Energia de ionização é a energia que deve ser absorvida por um átomo para que ele se transforme em cátion. Logo, a alternativa C está correta.

A ligação iônica é definida como sendo a atração eletrostática entre íons de cargas opostas. Portanto, a formação dessa ligação não envolve, necessariamente, transferência de elétrons. Dessa forma, a alternativa D está incorreta.

Questão 02 – Letra D

Comentário: Quando dois íons estão isolados (situação 1), praticamente não existe interação entre eles. À medida que se aproximam, passam a atuar, entre eles, forças de atração e de repulsão (situação 2). A predominância das forças de atração faz com que os íons se aproximem cada vez mais, diminuindo a energia do sistema, até alcançarem uma distância em que a energia é mínima (situação 3). Nessa situação, há um equilíbrio entre as forças de atração e de repulsão. Na situação 3, a distância entre os núcleos dos dois íons (distância x) é chamada de comprimento de ligação. Uma maior aproximação entre os íons (situação 4) provocará um aumento da energia do sistema, com consequente diminuição da estabilidade, pois as interações repulsivas crescem mais do que as interações atrativas.

Questão 03 – Letra A

Comentário: As substâncias iônicas são formadas por um retículo cristalino, em que os íons são mantidos em posições mais ou menos fixas por forças eletrostáticas de natureza coulombiana e de caráter não direcional. Isso significa que todos os cátions atraem todos os ânions com forças que dependem de suas cargas e da distância entre eles.

Questão 04 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A baixa tenacidade (baixa resistência a choque mecânico) dos compostos iônicos é uma característica intrínseca da rede cristalina formada. Um composto iônico costuma fragmentar-se em cristais menores devido ao fato de que as deformações sofridas pelo cristal, quando submetido a choque mecânico, fazem com que as forças repulsivas, que se encontravam minimizadas, se manifestem.

B) Correta. A elevada rigidez dos compostos iônicos é consequência do forte grau de interação entre os íons formadores da rede cristalina.

C) Incorreta. A solubilidade dos compostos iônicos em água está associada aos fatores energéticos (relacionados com a formação e ruptura de interações) e entrópicos (relacionados com a desordem do sistema) que determinam a espontaneidade desse processo. Os fosfatos são insolúveis em água, com exceção dos fosfatos de amônio e dos fosfatos alcalinos, sendo o fosfato de cálcio, portanto, insolúvel em água.

D) Incorreta. A intensidade da carga dos íons em um composto iônico eleva o grau de interação entre eles, conferindo maior rigidez ao composto.

Questão 05 – Letra B

Comentário: As principais características dos compostos iônicos são:

- A 25 ºC e 1 atm são, geralmente, sólidos.
- São duros e quebradiços.
- Quando sólidos, não conduzem eletricidade, mas, quando fundidos ou em solução aquosa, tornam-se bons condutores elétricos.
- Apresentam altas temperaturas de fusão e de ebulição.

Poliacetileno e iodo são substâncias moleculares; silício e grafita são substâncias covalentes e brometo de sódio é uma substância iônica.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A sublimação do sódio consiste na sua passagem do estado sólido, de menor conteúdo energético, para o gasoso, de maior conteúdo energético, caracterizando um processo endotérmico (absorve energia).

B) Incorreta. A etapa D representa a afinidade eletrônica do cloro. Nessa etapa, ocorre a liberação de energia quando o cloro incorpora um elétron adicional.

C) Incorreta. De acordo com o diagrama, a etapa de dissociação do cloro (etapa B) está produzindo um mol de cloro atômico.

D) Correta. No cristal de NaCℓ, os íons estão em posições aproximadamente fixas, formando uma rede cristalina mantida por atração eletrostática mútua entre eles.

Questão 06 – Letra D

Comentário: Os sólidos iônicos são formados por redes cristalinas mantidas por forças de natureza eletrostática entre cátions e ânions. Dessa forma, as interações coesivas no cristal são consideravelmente fortes, o que acarreta altas temperaturas de fusão. Portanto, a alternativa A está correta.

A condutividade elétrica depende da mobilidade de espécies dotadas de carga. Apesar de o sólido iônico apresentar essas espécies – os íons –, estes não possuem mobilidade na rede cristalina, o que faz com que as substâncias iônicas sejam isolantes elétricos e térmicos no estado sólido. No entanto, quando no estado líquido ou em solução, os íons possuem mobilidade, e a substância iônica passa a conduzir corrente elétrica. Logo, as alternativas B e C estão corretas.

A alternativa D está incorreta, pois nem todos os sólidos iônicos são solúveis em água. Isso se deve ao fato de certos sólidos iônicos possuírem um valor de entalpia de rede tão elevado, em relação à entalpia de dissolução em água, que o processo torna-se termodinamicamente desfavorável.

Questão 07 – Letra A

Comentário: A etapa de dissociação do cristal ocorre com o rompimento das forças eletrostáticas atrativas entre os íons e com a sublimação desse cristal. Dessa forma, pode-se concluir que essa é uma etapa endotérmica. Já a etapa de solvatação corresponde à formação de interações íon-dipolo com as moléculas de água. Portanto, uma etapa exotérmica. Uma observação interessante sobre essas interações é que a intensidade da interação entre o ânion cloreto e a molécula de água é comparável à ligação de hidrogênio. Entretanto, o mesmo não se verifica para o cátion sódio.

Questão 08

Comentários:

A) Ao analisarmos a estrutura do cátion, percebemos que ele é constituído de um anel aromático com uma cadeia carbônica lateral. Essa cadeia carbônica, de caráter apolar, permite a interação entre o líquido iônico e um soluto apolar.

B) Os íons do líquido iônico são relativamente grandes, o que enfraquece bastante as forças eletrostáticas atrativas – que dependem inversamente do quadrado da distância entre as cargas. Além disso, são íons monovalentes, de forma que uma pequena carga é distribuída em um volume muito grande. Dessa forma, as interações não são suficientemente fortes para manter a coesão de um cristal. Assim, a substância se apresenta no estado líquido.

Questão 09

Comentário: As cargas dos íons Ba^{2+} e Mg^{2+} são equivalentes e, portanto, somente seus raios têm influência sobre a intensidade da força atrativa que mantém a rede cristalina dos compostos BaO e MgO. Assim, como a distância internuclear no BaO é maior que a no MgO, devido ao maior tamanho do Ba^{2+} quando comparado ao Mg^{2+}, a atração eletrostática é menos intensa no BaO. Dessa forma, gasta-se mais energia para desfazer a rede cristalina do MgO, tendo ele, portanto, maior ponto de fusão.

Questão 11 – Letra A

Comentário: Os metais possuem baixas energias de ionização e baixas afinidades eletrônicas, fazendo com que seja favorável a perda de elétrons por átomos desses elementos. Os metais alcalinoterrosos possuem 2 elétrons de valência e têm tendência a perdê-los de tal maneira a atingir a configuração eletrônica mais estável, formando cátions M^{2+}.

Os elementos oxigênio e cloro possuem altas energias de ionização e altas afinidades eletrônicas, o que favorece o recebimento de elétrons por parte dos átomos desses elementos. O oxigênio possui 6 elétrons de valência, enquanto o cloro possui 7 elétrons no último nível eletrônico. Para atingir a configuração eletrônica mais estável, esses elementos formam os ânions O^{2-} e $C\ell^{-}$.

Os metais alcalinoterrosos formam com o oxigênio e com o cloro compostos iônicos, em virtude da grande diferença de eletronegatividade entre eles. Os íons são mantidos por atrações eletrostáticas em uma proporção que garante a neutralidade elétrica do composto, formando o óxido MO e o cloreto $MC\ell_2$.

Questão 14 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. O processo de sublimação envolve a mudança do estado físico sólido para o gasoso. Como os sistemas inicial e final apresentam-se nas fases sólida e líquida, respectivamente, o processo não corresponde a uma sublimação.

B) Correta. O $CaC\ell_2$ é usado em desumidificadores, pois é capaz de absorver a umidade do ar através do seguinte processo:

$$CaC\ell_{2(s)} + H_2O_{(v)} \rightarrow CaC\ell_{2(aq)}$$

Os vapores de água absorvidos com o passar do tempo destroem a rede cristalina do sólido iônico $CaC\ell_{2(s)}$, originando a fase líquida, uma solução aquosa de $CaC\ell_{2(aq)}$.

C) Incorreta. O líquido tem massa maior que o sólido, pois, como se trata de uma dissolução, nesse processo houve a incorporação da água, antes presente no ar, ao sistema. Assim, a massa do sistema final é maior que a massa do sistema inicial.

D) Incorreta. O líquido obtido resulta da dissolução do $CaC\ell_{2(s)}$ (conforme a alternativa B), e não da fusão do mesmo.

Seção Enem

Questão 01 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. A mistura de substâncias iônicas obtida pela evaporação da água do mar é o sal de cozinha. Essa mistura é formada por substâncias compostas, pois não há substâncias simples de natureza iônica.

B) Correta. O talco corresponde a um composto iônico hidratado formado pelos cátions Mg^{2+} e pelos ânions $Si_4O_{10}^{6-}$. Os compostos iônicos têm como características serem quebradiços e apresentarem condutividade elétrica apenas no estado fundido.

C) Incorreta. O açúcar é formado por moléculas de sacarose que são mantidas coesas por interações atrativas do tipo intermoleculares.

D) Incorreta. Os carboidratos, também denominados hidratos do carbono, apresentam fórmula geral $C_n(H_2O)_{n-1}$, mas são substâncias de natureza molecular, pois não são formados a partir de interações atrativas entre íons.

E) Incorreta. Os sólidos iônicos, geralmente, apresentam redes cristalinas tridimensionais em que cada cátion é atraído por diversos ânions por interação eletrostática e vice-versa.

Questão 02 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. A luz emitida pela lâmpada é produzida quando o filamento de tungstênio, que se encontra no interior do bulbo de vidro, é percorrido por uma corrente elétrica. Este, por sua vez, torna-se incandescente quando sua temperatura atinge valores próximos do ponto de fusão do metal (cerca de 3 422 ºC). Para que o metal não seja queimado ou entre em combustão, a cápsula de vidro é preenchida com gases inertes, impedindo que haja reação entre o gás e o metal, e evitando a deterioração da lâmpada. Caso contrário, se a cápsula fosse preenchida com ar atmosférico, cujo gás oxigênio encontra-se em sua composição, haveria a oxidação do metal, originando o óxido metálico correspondente. Esse composto apresenta natureza iônica e quando incorporado ao metal, reduz a sua capacidade de conduzir corrente elétrica, já que não se trata de um bom condutor quando se encontra no estado sólido. Existe a possibilidade ainda de o filamento se romper quando há a formação do composto iônico que é quebradiço.

B) Incorreta. Como se trata de um metal fino, a quantidade de oxigênio gasta para oxidar esse metal é muito pequena. Esse consumo não é suficiente para reduzir drasticamente a pressão dos gases dentro da cápsula. Outro fator importante a ser considerado é a alta temperatura de trabalho da lâmpada, o que ocasiona a expansão dos gases dentro da cápsula de vidro, tornando inviável a implosão da mesma.

C) Incorreta. O gás nitrogênio é um gás inerte, o qual é inserido no interior da lâmpada em substituição ao ar atmosférico para evitar a reação do oxigênio com os componentes da mesma. Dessa forma, a reação do nitrogênio com o oxigênio não ocorre, pois no interior da lâmpada não há oxigênio. Porém, se houver oxigênio residual, a reação entre os dois gases se torna pouco favorável, e a emissão de energia térmica, se ocorresse, seria desprezível.

D) Incorreta. A maior taxa de vaporização do tungstênio dentro da lâmpada está relacionada com o aumento da temperatura de trabalho da mesma. Essa temperatura em seu interior pode se aproximar da temperatura de fusão do metal, aumentando a vaporização do mesmo. A diminuição da concentração do gás oxigênio, como consequência da oxidação do metal, não interfere nesse processo físico.

E) Incorreta. Os gases argônio e nitrogênio são inertes, ou seja, apresentam dificuldade em reagir com outros compostos. Sendo assim, eles não são capazes de oxidar o filamento de tungstênio.

MÓDULO – C 08

Ligações covalentes I

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra C

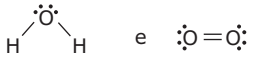
Comentário: As ligações químicas se formam porque estabilizam um sistema, diminuindo sua energia potencial. Assim, a distância r_2, em que a energia potencial é mínima, corresponde à distância entre os átomos de hidrogênio na molécula de H_2; portanto, ao comprimento de ligação. Nessa situação, os átomos estão ligados e as afirmativas A e E são corretas.

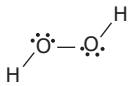
Da mesma forma, em r_2, a estabilidade molecular é máxima, pois, nesse ponto, encontra-se o menor valor para a energia potencial. Logo, a afirmativa C é incorreta.

À distância um pouco menor do que r_1, começa a diminuir a energia potencial e, portanto, começam a interagir os átomos que vão formar a ligação. Assim, na distância r_1, os átomos ainda estão isolados, e a afirmativa D é correta. Da mesma forma, a diferença entre a energia dos átomos isolados (igual a zero) e a energia dos átomos ligados (E_2) corresponde à energia de ligação, e a afirmativa B também é correta.

Questão 02 – Letra D

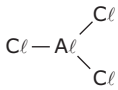
Comentário: A seguir, as representações dos compostos citados:

A)  e

B)  e

C) e

D) e

E)  e

Portanto, a alternativa D é a que apresenta compostos com ligações covalentes múltiplas.

Questão 03 – Letra B

Comentário:

Elemento A: K (potássio)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

valência = +1

Elemento B: S (enxofre)

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

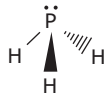
valência principal = –2

Fórmula: K^+ e S^{2-} = K_2S (A_2B)

ligação iônica

Questão 04 – Letra E

Comentário: A fosfina, de fórmula molecular PH_3, apresenta uma estrutura formada por três ligações covalentes simples (sigma) entre o átomo de fósforo e os três átomos de hidrogênio. Devido à presença de um par de elétrons não ligantes no átomo central (P), a molécula possui geometria piramidal trigonal, como pode ser observado na figura a seguir:



Questão 05 – Soma = 02

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Incorreta. Devido à maior eletronegatividade do cloro frente ao hidrogênio, o par de elétrons compartilhado entre esses dois átomos está deslocado na direção do cloro. Com isso, a distribuição de carga elétrica na molécula fica desuniforme, formando dipolos elétricos e caracterizando o ácido clorídrico como uma substância polar.

02. Correta. A ligação covalente consiste no compartilhamento de pares de elétrons entre átomos.

04. Incorreta. O comprimento de ligação consiste na distância entre dois átomos ligantes na qual as forças repulsivas e atrativas se equilibram, conferindo ao arranjo a menor energia possível, ou seja, a maior estabilidade. Sendo assim, quanto maiores forem os raios atômicos dos átomos ligantes, maiores serão os comprimentos das ligações.

08. Incorreta. A ligação iônica é conceituada como o abaixamento de energia ou elevação de estabilidade quando íons infinitamente separados originam um cristal iônico. Esse abaixamento de energia é consequência do equilíbrio de forças de repulsão e atração. O simples fato de átomos infinitamente separados perderem e ganharem elétrons, originando os respectivos cátions e ânions, não proporciona a eles estabilidade.

16. Incorreta. A ligação do tipo sigma é originada quando o orbital molecular é resultado da interpenetração frontal de quaisquer orbitais atômicos que estejam no mesmo eixo.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra E

Comentário: A formação da ligação entre os átomos de hidrogênio ocorre com a aproximação dos átomos isolados, infinitamente separados. Essa aproximação ocorre por meio de uma interação mútua entre elétrons e núcleos, diminuindo a energia potencial do sistema. Apesar de haver repulsão entre os núcleos e as nuvens eletrônicas, as forças atrativas superam as repulsivas, garantindo a aproximação. Quando a distância entre os átomos torna-se tal que as forças de atração e repulsão se equilibram, a energia potencial torna-se mínima e ocorre a formação da ligação química. Essa distância é denominada comprimento de ligação (aproximadamente 75×10^{-12} m), e o módulo da energia potencial é denominado energia de ligação (aproximadamente 440 $kJ.mol^{-1}$).

Questão 04 – Letra A

Comentário: A molécula de fosfogênio é formada pelos átomos de carbono, cloro e oxigênio, que apresentam as seguintes configurações eletrônicas:

$C \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

$C\ell \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

$O \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

Pelo modelo do octeto, esses átomos precisariam, respectivamente, de 4, 1 e 2 elétrons para assumirem uma configuração estável. Dessa forma, o carbono faz uma ligação covalente dupla com o oxigênio e duas covalentes simples com os cloros. Assim, a estrutura dessa molécula é:

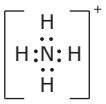
Na estrutura dessa molécula, verificam-se uma ligação dupla e duas ligações simples.

Questão 07 – Letra B

Comentário: A molécula do metano – CH_4 – é formada por ligações covalentes polares entre os átomos de carbono e hidrogênio. Portanto, o metano é uma substância composta. O oxigênio, por sua vez, é uma substância simples formada por uma ligação dupla covalente apolar entre dois átomos de oxigênio.

Questão 08 – Letra A

Comentário: No cátion amônio, há compartilhamento de elétrons entre o átomo de nitrogênio e os átomos de hidrogênio, o que configura a ligação covalente.



Questão 11 – Soma = 26

Comentário: A molécula do dióxido de carbono – CO_2 – é formada a partir de ligações covalentes entre os átomos de carbono e oxigênio. Como existe uma diferença de eletronegatividade entre essas espécies, essas ligações covalentes são polares.

A coesão do retículo cristalino do cloreto de potássio – $KC\ell$ – é garantida pelas interações eletrostáticas entre o cátion potássio e o ânion cloro, ambos monovalentes. Dessa forma, o cloreto de potássio é uma substância iônica. O sulfeto de sódio – Na_2S – também é uma substância iônica que apresenta interações eletrostáticas entre os íons Na^+ e S^{2-}. Porém, nesse caso, o cátion sódio é monovalente, enquanto o ânion sulfeto é bivalente.

A molécula do oxigênio – O_2 – é formada a partir de uma dupla-ligação covalente entre os átomos de oxigênio. Como se trata de uma substância simples linear, não há diferença de eletronegatividade entre os ligantes, e, assim, as ligações são do tipo covalente apolar.

Logo, os itens corretos são 02, 08 e 16.

Questão 12 – Letra B

Comentário: Em uma ligação covalente, quanto maior for a diferença de raio entre os ligantes, maior será o comprimento da ligação.

Outro fator que interfere no comprimento da ligação é a ordem da ligação. Quanto maior for a ordem de uma ligação, maior será o número de elétrons compartilhados, ou seja, maior é a intensidade e, portanto, menor será o comprimento da ligação.

Assim, analisando as alternativas, temos:

A) Incorreta. A ordem decrescente é:

C—O > C—C > C—H

B) Correta. A ordem decrescente apresentada está correta visto que a ligação covalente simples tem maior comprimento que a dupla e a tripla, respectivamente.

C) Incorreta. A ordem decrescente é:

C═C > C≡C > C—H

D) Incorreta. A ordem decrescente é:

C—C > C—O > C═O

Questão 13 – V V F V F

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

00. Verdadeira. Uma vez que o elemento X forma moléculas, pode-se afirmar que as ligações químicas que unem os átomos formadores dessas moléculas são do tipo covalente.

01. Verdadeira. Para que o elemento X forme moléculas diatômicas, é necessário que ele fique estável, realizando apenas uma ligação simples, uma ligação dupla ou uma ligação tripla com outro elemento X. Para tanto, esse elemento deve ter no mínimo 5 elétrons na camada de valência e, nesse caso, realizar uma ligação tripla para alcançar a configuração eletrônica dos gases nobres. Caso o elemento tenha 6 elétrons na camada de valência, é necessário o compartilhamento de dois pares de elétrons. Se o elemento tiver 7 elétrons na camada de valência, é necessário o compartilhamento de apenas um par de elétrons.

02. Falsa. Os elementos não metálicos formam moléculas diatômicas gasosas e têm alta afinidade eletrônica devido aos menores raios atômicos.

03. Verdadeira. As moléculas diatômicas gasosas são formadas por elementos não metálicos, que possuem raios pequenos e, consequentemente, altas energias de ionização.

04. Falsa. O elemento X pode se ligar ao átomo de H por meio de ligação covalente simples.

Seção Enem

Questão 01 – Letra E

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 07

Habilidade: 24

Comentário: Entre as espécies citadas – ácido cianídrico, gás oxigênio e o íon cianeto – todas apresentam ligações múltiplas, conforme mostrado nas fórmulas estruturais a seguir:

Ácido cianídrico: H—C≡N (ligação tripla entre o carbono e o nitrogênio)

Gás oxigênio: O═O (ligação dupla entre os oxigênios)

Íon cianeto: $[C{\equiv}N]^-$ (ligação tripla entre o carbono e o nitrogênio)

Questão 02 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. Quanto maior for a diferença de eletronegatividade entre os átomos ligantes, maior será o seu caráter iônico e, portanto, maior será a energia envolvida na formação da ligação química (Δ). Além disso, a maior diferença de eletronegatividade acarreta uma maior deslocalização dos elétrons ligantes. Dessa forma, maior é a polaridade da ligação. Assim, como o composto H—X apresenta maior caráter iônico, este possui a ligação H—X mais polar e, consequentemente, maior valor de (Δ) do que a ligação H—Y.

B) Correta. O maior caráter iônico está relacionado à diferença de eletronegatividade entre os ligantes. Durante os movimentos vibracionais das moléculas, devido a essa diferença de eletronegatividade, pode ocorrer a formação de íons momentaneamente. Tal fenômeno viabiliza a formação de algumas espécies iônicas. Assim, quanto maior for a diferença de eletronegatividade entre os ligantes, maior será a quantidade de espécies iônicas formadas para uma mesma quantidade de matéria original de H—X e de H—Y em um dado instante.

C) Incorreta. A espécie H—X possui o maior caráter iônico e, portanto, maior diferença de eletronegatividade entre os ligantes do que a espécie H—Y. Assim, nas moléculas de H—X, há uma maior deslocalização dos elétrons ligantes e, consequentemente, a densidade da nuvem eletrônica dessa molécula será mais irregular. Logo, o momento de dipolo elétrico na molécula de H—X é mais intenso que na molécula de H—Y.

D) Incorreta. *Vide* comentário da alternativa C.

E) Incorreta. O H—X possui uma elevada diferença de eletronegatividade entre os ligantes, tornando as moléculas desse composto bastante polares. Isso significa que as moléculas dessa espécie apresentam os centros de cargas positivas e negativas muito afastados, gerando um intenso dipolo elétrico. Já o composto H—Y, devido ao pequeno caráter iônico (5%), apresenta uma pequena diferença de eletronegatividade entre os ligantes. Tal fato faz com que a densidade da nuvem eletrônica do H—Y seja mais uniforme, fazendo com que essas moléculas sejam muito pouco polares. Assim, os centros de cargas positivas e negativas estão muito próximos, gerando um dipolo elétrico pouco intenso. Haveria coincidência dos centros de carga positiva e negativa se as moléculas fossem apolares.

MÓDULO – D 05

Hidrocarbonetos alifáticos

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra D

Comentário: Alcenos e alcinos são hidrocarbonetos insaturados por ligações duplas e triplas, respectivamente. Suas fórmulas gerais são:

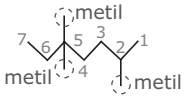
Alceno: C_nH_{2n}

Alcino: C_nH_{2n-2}

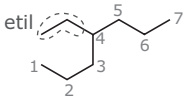
Assim, um alceno contendo 10 carbonos deve apresentar 20 hidrogênios. Já um alcino com 9 carbonos apresenta 16 hidrogênios.

Questão 02 – Letra B

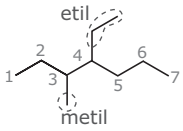
Comentário: Seguindo as regras de nomenclatura da IUPAC para os compostos orgânicos, temos:



2,5,5-trimetileptano



4-etileptano



4-etil-3-metileptano

Questão 03 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. O nome usual do eteno, cuja fórmula estrutural está representada a seguir, é etileno.

$$H_2C{=}CH_2$$

B) Correta. O etino, de fórmula estrutural HC≡CH, é usualmente chamado de acetileno.

C) Correta. Propileno é o nome usual do propeno, de fórmula:

$$H_2C{=}CH{-}CH_3$$

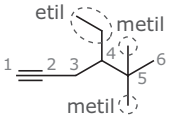
D) Incorreta. A estrutura do 2,2,4-trimetilpentano é:

Já o isopentano pode ser representado por:

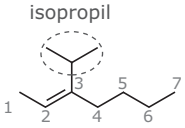
Questão 04

Comentário:

A) 4-etil-5,5-dimetilex-1-ino



B) 3-isopropilept-2-eno



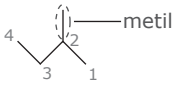
Questão 05 – Letra D

Comentário: A fumaça negra produzida na queima do petróleo é constituída de fuligem ($C_{(s)}$). O petróleo em chamas produz grande quantidade de fumaça negra porque é formado por hidrocarbonetos maiores que apresentam maior massa molar e, portanto, maior quantidade de átomos de carbono em sua constituição. Assim, as afirmativas I e II estão corretas, e a III está incorreta.

Exercícios Propostos

Questão 05 – Letra C

Comentário: A molécula de 2-metilbutano apresenta 4 carbonos na sua cadeia principal e uma ramificação metil no carbono 2. Assim, sua fórmula estrutural pode ser representada conforme a seguir:



Carbonos primários: 1, 4 e o carbono da ramificação metil

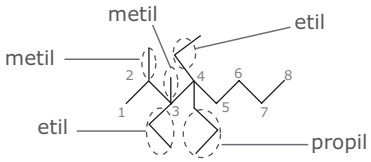
Carbono secundário: 3

Carbono terciário: 2

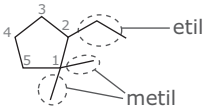
Questão 08

Comentário:

A) 3,4-dietil-2,3-dimetil-4-propiloctano

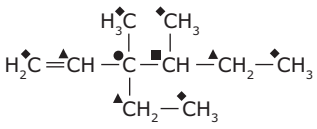


B) 2-etil-1,1-dimetilciclopentano



Questão 09 – Letra A

Comentário: Para identificar o número de átomos de carbonos quaternário, terciário, secundário e primário existentes no 3-etil-3,4-dimetil-1-hexeno, basta escrever a sua fórmula estrutural.



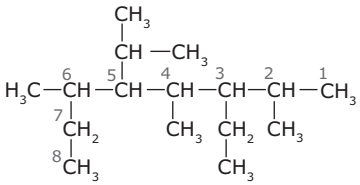
Legenda:
- ◆ Carbono primário
- ▲ Carbono secundário
- ■ Carbono terciário
- ● Carbono quaternário

Portanto, o composto 3-etil-3,4-dimetil-1-hexeno apresenta 1 carbono quaternário, 1 terciário, 3 secundários e 5 primários.

Questão 10

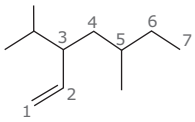
Comentário: Para nomear as estruturas, é necessário numerar a cadeia principal. Escolhemos a cadeia principal de acordo com o seguinte critério: maior cadeia carbônica possível contendo as insaturações. Havendo mais de uma possibilidade de cadeia principal, consideramos a que possuir o maior número de ramificações.

A)



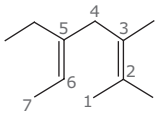
Nomenclatura: 3-etil-5-isopropil-2,4,6-trimetiloctano

B)



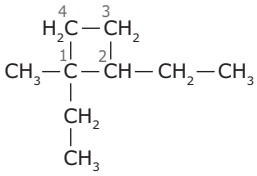
Nomenclatura: 3-isopropil-5-metilept-1-eno

C)



Nomenclatura: 5-etil-2,3-dimetilepta-2,5-dieno

D)

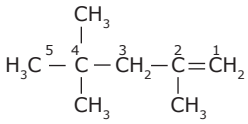


Nomenclatura: 1,2-dietil-1-metilciclobutano

Questão 14 – Letra A

Comentário: Para responder essa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A cadeia principal do composto representado possui 5 carbonos, pois contempla a maior cadeia carbônica e as insaturações. Em relação à numeração dos carbonos da cadeia principal, a contagem deve ser iniciada, neste caso, pela extremidade mais próxima da ligação dupla. Assim, o nome do composto é 2,4,4-trimetilpenteno. Veja representação a seguir:



B) Correta. Os átomos de carbono unidos por uma dupla ligação e duas ligações simples, como os carbonos 1 e 2, têm hibridização sp^2.

C) Correta. O composto é um alceno, porque é um hidrocarboneto que possui ligação dupla entre carbonos; ramificado, pois existe carbono terciário; e possui cadeia aberta, pois os átomos de carbono não formam um ciclo.

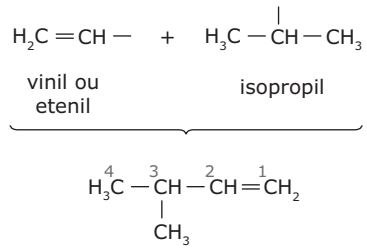
D) Correta. O composto é um hidrocarboneto, porque é constituído exclusivamente de átomos de carbono e de hidrogênio.

E) Correta. Os átomos de carbono que fazem apenas ligação simples têm hibridização sp^3. Dessa forma, no composto, existem 6 carbonos com essa hibridização.

Questão 16

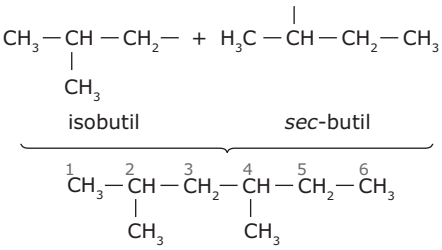
Comentários:

A) Vinil e isopropil



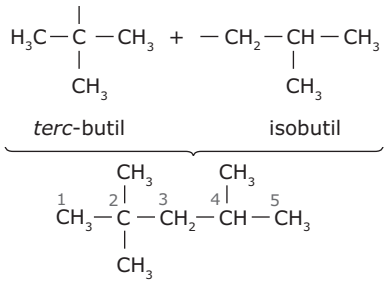
Nomenclatura: 3-metilbut-1-eno

B) Isobutil e *sec*-butil



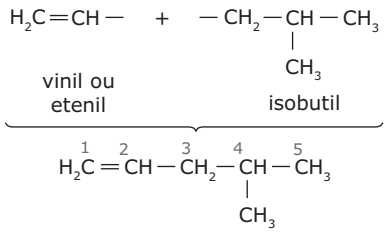
Nomenclatura: 2,4-dimetilexano

C) *Terc*-butil e isobutil



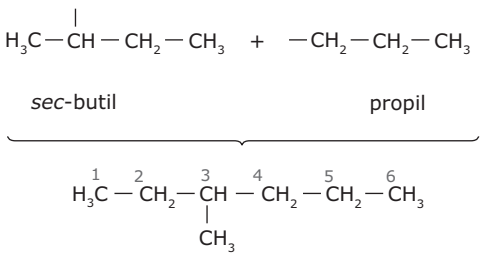
Nomenclatura: 2,2,4-trimetilpentano

D) Vinil e isobutil



Nomenclatura: 4-metilpent-1-eno

E) *Sec*-butil e n-propil



Nomenclatura: 3-metilexano

Questão 17 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. Os gases propano e butano, por serem usados como gases propelentes, são mantidos sob alta pressão no interior do aerossol.

B) Correta. Os gases propano e butano, bem como os outros hidrocarbonetos alifáticos e os óleos parafínicos, são compostos combustíveis. Por isso, solicita-se no rótulo que se evite o uso do aerossol perto do fogo.

C) Incorreta. Os compostos alifáticos (entre eles, os óleos parafínicos, como o propano e o butano) são apolares e, por isso, são insolúveis em água, um solvente polar.

D) Correta. Os clorofluorcarbonetos são substâncias muito usadas como propelentes em aerossóis e como gases refrigerantes em aparelhos condicionadores, sendo muito nocivos à camada de ozônio. O produto utiliza como propelentes os gases propano e butano, sendo, dessa forma, inofensivo à camada de ozônio.

Questão 19 – Letra C

Comentário: O petróleo é um recurso energético natural não renovável e, por isso, esgotável, encontrado em jazidas que se formaram ao longo de milhões de anos, através de complexas transformações químicas que ocorreram com restos de organismos acumulados no fundo de antigos mares. É um óleo escuro formado por uma mistura complexa de substâncias, principalmente hidrocarbonetos. Entre eles, encontramos não apenas os alcanos, mas também alcenos e arenos. Aparecem também, na sua composição, substâncias que contêm oxigênio, nitrogênio e enxofre.

Atualmente, o petróleo é de grande importância para o contexto mundial. É a principal fonte de energia, pois, além da gasolina, que serve de combustível para grande parte dos automóveis que circulam no mundo, vários produtos com inúmeras aplicações são derivados do petróleo, como a parafina, o GLP, os produtos asfálticos, a nafta petroquímica, o querosene, os solventes, os óleos combustíveis, os óleos lubrificantes, o óleo diesel e o combustível de aviação.

Questão 20 – Soma = 21

Comentário: Para responder a essa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

01. Correta. A fórmula geral para os alcanos é $^{12}C_n{}^{1}H_{2n+2}$. Cada átomo de carbono possui 6 prótons e cada átomo de hidrogênio possui apenas 1 próton. Assim, a quantidade de prótons presente em um alcano será 6.(n) + 1.(2n + 2), que resulta num total de 8n + 2 prótons.

02. Incorreta. De acordo com a fórmula geral, alcanos e alcenos têm o mesmo número de átomos de carbono e números diferentes de átomos de hidrogênio. Como cada átomo de hidrogênio tem 1 elétron, a quantidade de elétrons presente nesses dois compostos é diferente.

04. Correta. As fórmulas gerais dos alcanos, alcenos e alcinos diferem apenas quanto ao número de hidrogênios. Dessa forma, como o núcleo do isótopo mais abundante de hidrogênio não tem nêutrons, esses hidrocarbonetos apresentam o mesmo número de nêutrons.

08. Incorreta. Não é observada uma progressão geométrica na sequência de números representados pela razão entre a quantidade de átomos de hidrogênio de alcanos e a quantidade de átomos de hidrogênio de alcinos de n = 2 até n = 10, conforme mostra a tabela abaixo.

n	H(alcanos)/H(alcinos)
2	6/2 = 3
3	8/4 = 2
4	10/6 = 5/3
5	12/8 = 3/2
6	14/10= 7/5
7	16/12 = 4/3
8	18/14 = 9/7
9	20/16 = 5/4
10	22/18 = 11/9

16. Correta. O número total de átomos nos alcinos é representado por: n + 2n – 2 = 3n – 2. Construindo-se a sequência de números que representam a quantidade total de átomos nos alcinos de n = 2 até n = 10, observa-se uma progressão aritmética de razão r = 3.

n	Quantidade total de átomos nos alcinos (3n – 2)
2	4
3	7
4	10
5	13
6	16
7	19
8	22
9	25
10	28

Questão 21 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

I. Correta. O craqueamento converte frações do petróleo constituídas por compostos de massa molar elevada em frações mais leves, como a gasolina e o GLP, que são compostos de grande demanda econômica.

II. Incorreta. A ruptura de ligações químicas envolve a absorção de energia, ou seja, é um processo endotérmico. No craqueamento, algumas ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular são rompidas por simples aquecimento ou aquecimento na presença de catalisadores. Logo, esse processo absorve energia.

III. Correta. Os catalisadores são substâncias químicas que, ao serem adicionadas à reação, aumentam a sua velocidade. Assim, a presença dessas substâncias no craqueamento permitirá que as reações envolvidas nesse processo ocorram mais rapidamente.

Seção Enem

Questão 01 – Letra E

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A água é uma substância polar e imiscível em óleo (mistura de substâncias apolares).

B) Incorreta. O processo de filtração não pode ser utilizado para separar água e óleo, pois o mesmo é destinado à separação de componentes de misturas heterogêneas entre sólidos e líquidos e / ou sólidos e gases. O processo recomendado para separar o óleo da água do mar é aspirar a camada superficial de óleo e promover a decantação.

C) Incorreta. A nomenclatura oficial do iso-octano é 2,2,4-trimetilpentano.

D) Incorreta. Todos os carbonos do iso-octano são saturados e, portanto, tetraédricos.

E) Correta. Ao receber energia térmica, parte das moléculas constituintes do óleo passam para o estado de vapor. Esse processo será tanto mais rápido quanto mais voláteis forem esses constituintes.

Questão 02 – Letra E

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 7

Habilidade: 26

Comentário: Conforme está exposto no texto da questão, a facilidade de degradação dos hidrocarbonetos segue a seguinte ordem:

alcanos lineares (C_{10} a C_{19}) > gases (C_2 a C_4) > alcanos (C_5 a C_9) > alcanos ramificados com até 12 carbonos > alcenos (C_3 a C_{11}) > alcenos ramificados > aromáticos e cicloalcanos

Os alcanos se degradam mais rapidamente que os hidrocarbonetos insaturados, que os aromáticos e que os cíclicos. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos com constituição variando de 5 a 10 carbonos. Das substâncias representadas, são possíveis constituintes da gasolina o C_7H_{16} e o $C_{10}H_8$. Entre esses dois compostos, o mais degradável é o C_7H_{16}, pois trata-se de um alcano (C_nH_{2n+2}).

MÓDULO – D 06

Compostos aromáticos

Exercícios de Fixação

Questão 01 – Letra B

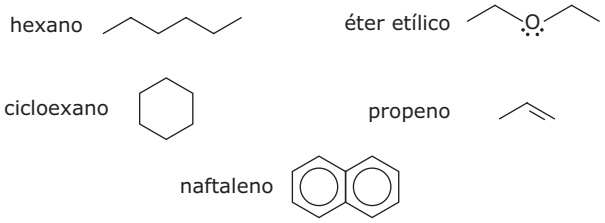
Comentário: Aromaticidade é uma propriedade que confere estabilidade especial aos compostos devido à conjugação cíclica de ressonância. As condições que devem ser obedecidas para que o composto possa ser classificado como aromático são:

- A molécula deve ser cíclica e plana;
- Os átomos do ciclo devem ser hibridizados sp^2 (átomos com orbitais **p** paralelos);
- O composto deve obedecer à Regra de Hückel: 4n + 2 = número de elétrons π. Em que n = 0, 1, 2, 3, ...

Essas características são simultaneamente obedecidas pelos compostos: naftaleno, fenantreno, benzeno e fenol. Assim, somente o cicloexeno e o ciclobuteno não são aromáticos.

Questão 02 – Letra E

Comentário: O alcatrão da hulha é uma importante fração obtida da destilação seca ou pirólise de um tipo de carvão mineral – hulha ou carvão de pedra. A hulha é formada por uma mistura complexa de moléculas orgânicas, constituídas, predominantemente, de estruturas aromáticas policíclicas. Veja, a seguir, a estrutura de alguns compostos orgânicos.

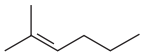


Assim, o alcatrão da hulha é constituído, principalmente, de substâncias com cadeia carbônica do mesmo tipo que a do naftaleno.

Questão 03 – Letra B

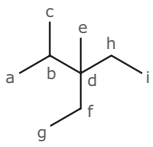
Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Correta. A fórmula estrutural do 2-metil-2-hexeno é:



Apresenta cadeia carbônica aberta, ramificada, insaturada, com uma única ligação covalente pi (π).

B) Incorreta. O 3-etil-2,3-dimetilpentano possui 5 carbonos primários, 2 carbonos secundários, 1 carbono terciário e 1 carbono quaternário.



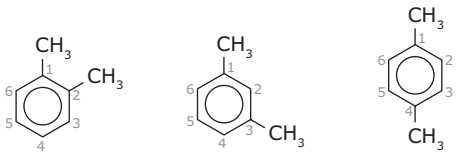
Carbonos primários: a, c, e, g e i

Carbonos secundários: f e h

Carbono terciário: b

Carbono quartenário: d

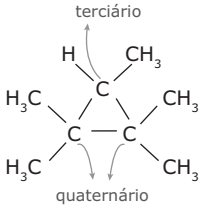
C) Correta. Xileno é o nome dado aos compostos orgânicos chamados dimetilbenzenos.



o-xileno *m*-xileno *p*-xileno

D) Correta. Um hidrocarboneto é ramificado quando possui pelo menos 1 carbono terciário e / ou quaternário.

E) Correta. O menor hidrocarboneto saturado que possui 1 carbono terciário e 2 carbonos quaternários apresenta a seguinte estrutura:



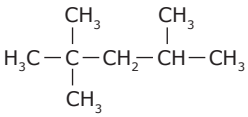
fórmula molecular: C_8H_{16}

Questão 04 – Letra A

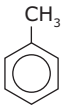
Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. A fórmula geral dos alcanos é C_nH_{2n+2}.

B) Correta. O 2,2,4-trimetilpentano, representado a seguir, apresenta cadeia carbônica aberta, saturada e ramificada.



C) Correta. O tolueno pode ser representado pela seguinte fórmula estrutural:



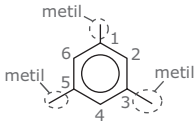
Sua fórmula molecular é C_7H_8. Logo, possui 8 átomos de hidrogênio.

D) Correta. Os alcanos, por serem formados por moléculas apolares, são muito solúveis em solventes orgânicos (geralmente apolares ou pouco polares) e pouco solúveis em água, um solvente polar.

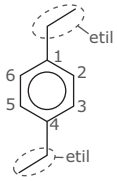
Questão 05

Comentário:

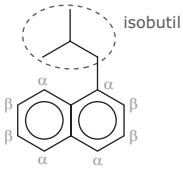
A) 1,3,5-trimetilbenzeno



B) *p*-dietilbenzeno = 1,4-dietilbenzeno



C) α-isobutilnaftaleno



Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra D

Comentário: O benzeno é uma molécula plana, em que todos os carbonos estão hibridizados sp^2. Essa configuração possibilita uma sobreposição dos orbitais **p** paralelos dos carbonos, formando uma nuvem eletrônica anelar, em que os elétrons estão deslocalizados, fenômeno chamado de ressonância. Esse arranjo confere à molécula uma estabilidade adicional, conhecida como aromaticidade. Experimentalmente, observa-se que todas as ligações carbono-carbono no benzeno têm o mesmo comprimento, menores que uma ligação simples e maiores que uma ligação dupla.

A estabilidade adicional do benzeno é verificada quando se compara seu calor de hidrogenação com o de estruturas cíclicas insaturadas simples, como o cicloexeno. O calor de hidrogenação do cicloexeno é 119,5 kJ.mol^{-1}. Podemos imaginar o benzeno, hipoteticamente, como um trieno hexacíclico e esperar que seu calor de hidrogenação seja da ordem de três vezes o calor de hidrogenação do cicloexeno.

$$\Delta H_{hidrogenação} = 3 \,.\, (-119{,}5 \text{ kJ.mol}^{-1}) = -358{,}5 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

O calor de hidrogenação calculado para o benzeno hipotético é, em módulo, maior que o observado experimentalmente (–208,2 kJ.mol^{-1}), indicando que a energia necessária para a ruptura das ligações π do verdadeiro benzeno é maior que a do benzeno hipotético, ou seja, o verdadeiro benzeno é termodinamicamente mais estável.

Questão 03 – Letra E

Comentário: As condições necessárias para a aromaticidade de um composto orgânico são:

- A molécula deve ser cíclica e plana.
- Os átomos do ciclo devem apresentar orbitais **p** paralelos (como na hibridização sp^2), para manter uma nuvem de elétrons π acima e abaixo da molécula.
- O composto deve obedecer à Regra de Hückel: número de elétrons π = 4n + 2, para 'n' inteiro.

Essas condições são obedecidas, simultaneamente, pelos compostos piridina, furano, fenol e pirrol.

O pirano e a pirrolina não são aromáticos, pois apresentam carbonos de hibridização sp^3 e, portanto, não possuem orbitais **p** paralelos e não apresentam a cadeia fechada plana.

O cicloctatetraeno, apesar de obedecer às duas primeiras condições, não obedece à Regra de Hückel.

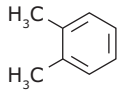
$$\text{nº de elétrons } \pi = 8 \rightarrow n = 3/2$$

Questão 06 – Letra B

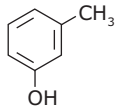
Comentário: Os prefixos orto-, meta- e para- são utilizados para indicar as posições relativas dos substituintes em hidrocarbonetos aromáticos derivados do benzeno, da seguinte forma, em relação à numeração dos carbonos no anel:

Números	Prefixos
1,2	*orto-*
1,3	*meta-*
1,4	*para-*

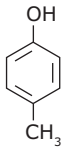
Utilizando as regras de nomenclatura dos compostos aromáticos, temos:



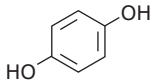
I: *orto*-dimetilbenzeno



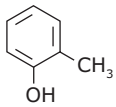
II: *meta*-hidroximetilbenzeno



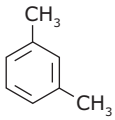
III: *para*-hidroximetilbenzeno



IV: *para*-di-hidroxibenzeno



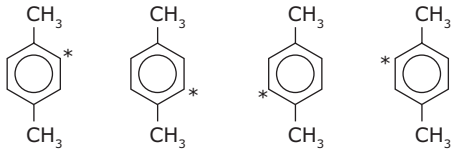
V: *orto*-hidroximetilbenzeno



VI: *meta*-dimetilbenzeno

Questão 09 – Letra D

Comentário: A substituição de qualquer hidrogênio no anel do composto 4 (*para*-dimetilbenzeno) resultaria em um composto orto, em relação a um dos grupos metila, e meta, em relação ao outro, conforme figura a seguir:



Assim, independentemente do hidrogênio substituído, o composto formado seria o mesmo.

Questão 11 – Letra C

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos, em que predominam os hidrocarbonetos de 5 a 10 carbonos. Estes apresentam densidade entre 0,7 e 0,8 g.cm^{-3}, menor que a densidade da água, aproximadamente, 1,0 g.cm^{-3}.

B) Correta. Alcanos, como o metano, são apolares e, por isso, insolúveis em água, um solvente polar.

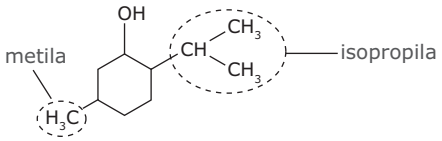
C) Incorreta. A adição de água à gasolina não cessa imediatamente a sua combustão, pois essas duas substâncias não se dissolvem e, pelo fato de a água ser mais densa que a gasolina, a última flutua sobre a água, mantendo o contato com o ar e a sua combustão.

D) Correta. De acordo com o gráfico, o n-butano, alcano com 4 carbonos, apresenta densidade menor que o n-decano, alcano com 10 carbonos.

E) Correta. Os alcanos, por serem compostos apolares, são solúveis em solventes igualmente apolares ou muito pouco polares, tais como o éter e o benzeno.

Questão 13 – Letra C

Comentário: Analisando a fórmula estrutural do mentol, temos:



O mentol apresenta ramificações metila e isopropila. Portanto, a alternativa A é incorreta.

Todos os átomos de carbono do mentol realizam somente ligações simples, inclusive no anel que, portanto, não é aromático. Dessa forma, as alternativas B e D são incorretas.

A fórmula molecular do mentol é $C_{10}H_{20}O$. Logo, a alternativa C é a correta.

Questão 14 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmações.

I. Incorreta. Ambos apresentam um anel tetrassubstituído (correspondente ao "tórax") e um anel trissubstituído (correspondente ao "quadril").

II. Correta. Nas duas estruturas, a "cabeça" corresponde a um anel com a presença de dois oxigênios, sendo, portanto, heterocíclico. As mãos são grupos *terc*-butila.

III. Incorreta. A geometria dos dois carbonos entre os anéis aromáticos do nanogaroto é linear, enquanto a geometria do único carbono entre os anéis aromáticos do nanobailarino é tetraédrica.

Seção Enem

Questão 01 – Letra D

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 7

Habilidade: 25

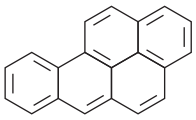
Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. A leitura do texto não permite inferir que todos os hidrocarbonetos são agentes cancerígenos. O hidrocarboneto mais simples é o metano (CH_4), e esse gás não é cancerígeno.

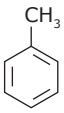
B) Incorreta. Do ponto de vista eletrônico, no anel aromático há um deslocamento dos pares de elétrons π das duplas-ligações, ou seja, esses elétrons circulam ao longo de todo o anel, aumentando a estabilidade da estrutura. Assim, as ligações entre os seis átomos de carbono no anel são um híbrido entre as ligações simples e dupla, ou seja, possuem um comprimento intermediário entre estas.

C) Incorreta. O fenol não é um hidrocarboneto – composto formado apenas por carbono e hidrogênio.

D) Correta. Foram citados no texto três hidrocarbonetos: o benzopireno, o benzeno e o tolueno. Todos esses hidrocarbonetos são aromáticos.


benzopireno

benzeno



tolueno

E) Incorreta. O tolueno apresenta o nome sistemático metilbenzeno.

Questão 02 – Letra B

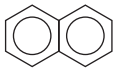
Eixo cognitivo: I

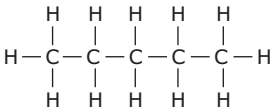
Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: De acordo com a escala API, o petróleo do Pré-sal brasileiro pode ser classificado como petróleo médio, pois este apresenta densidade de 28,5° API, um valor entre 22º e 30° que define esse tipo de petróleo. Com isso, é possível afirmar que esse tipo de óleo contém alcanos e hidrocarbonetos aromáticos.

Os alcanos têm fórmula geral C_nH_{2n+2}, e os hidrocarbonetos aromáticos têm fórmula geral C_nH_n. No entanto, caso o composto aromático apresente dois núcleos condensados, a fórmula geral desse composto passa a ser C_nH_{n-2} e, à medida que se aumenta a quantidade de núcleos condensados, a fórmula desses compostos passa a ter 2 hidrogênios a menos para cada núcleo adicionado. Portanto, a afirmativa correta é a alternativa B, que contém um alcano de 5 carbonos, de fórmula C_5H_{12}, e o naftaleno, de fórmula $C_{10}H_8$, que corresponde a um hidrocarboneto aromático com dois núcleos condensados.


$C_{10}H_8$
naftaleno


C_5H_{12}
pentano

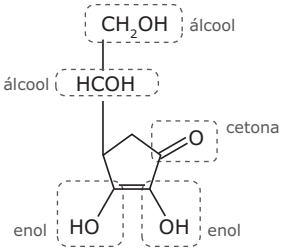
MÓDULO – D 07

Álcoois, fenóis e éteres

Exercícios de Fixação

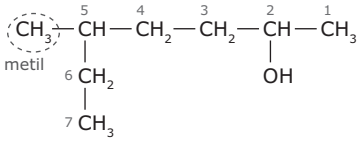
Questão 01 – Letra B

Comentário: A função álcool é caracterizada pela presença do grupamento hidroxila (—OH) ligado diretamente ao átomo de carbono saturado. Assim, a estrutura da vitamina C apresenta 2 grupos que caracterizam a função álcool.



Questão 02 – Letra E

Comentário: O nome do composto cuja estrutura está representada a seguir, de acordo com as regras da IUPAC, é:

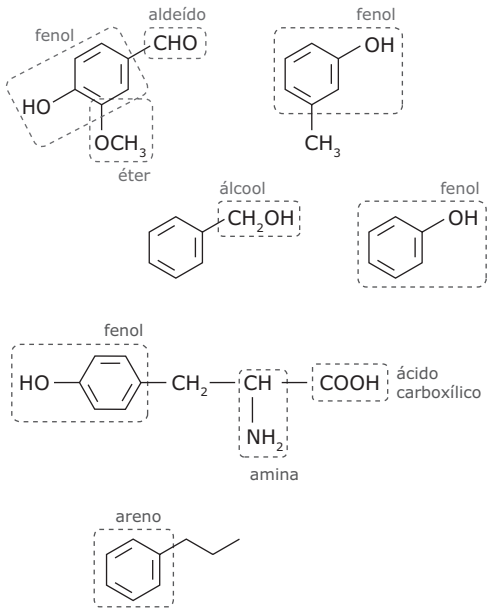


5-metil-2-heptanol

Observação: De acordo com as regras de nomenclatura mais atuais da IUPAC, o nome correto é 5-metileptan-2-ol.

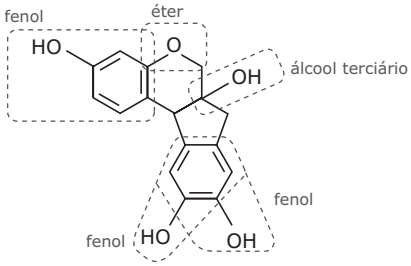
Questão 03 – Letra C

Comentário: Das estruturas a seguir, somente duas não apresentam a função fenol e, portanto, não podem ser utilizadas como substrato da enzima.



Questão 04 – Letra B

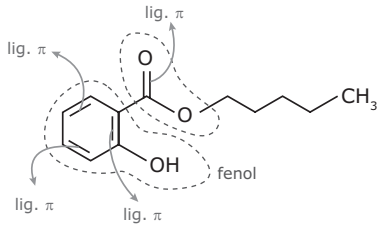
Comentário: A estrutura da brasilina apresenta as funções fenol, álcool terciário e éter.



Questão 05 – Letra B

Comentário:

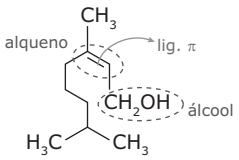
Estrutura I



Fórmula molecular: $C_{12}H_{16}O_3$

Massa molar: 208 g.mol^{-1}

Estrutura II



Fórmula molecular: $C_{10}H_{20}O$

Massa molar: 156 g.mol^{-1}

As estruturas I e II representam substâncias insaturadas, devido à presença de ligações covalentes pi (π).

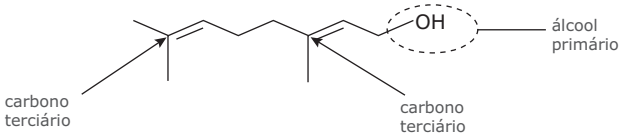
A substância representada pela estrutura I possui anel benzênico e, por isso, pode ser classificada como composto aromático.

A estrutura I apresenta a função fenol, que possui caráter ácido mais acentuado que a função álcool presente na estrutura II.

Exercícios Propostos

Questão 02 – Letra C

Comentário: O geraniol é um álcool primário, ou seja, possui a hidroxila ligada a um carbono saturado primário (carbono ligado a, no máximo, um átomo de carbono). Apresenta dois carbonos terciários, ou seja, dois carbonos que estão ligados, cada um, a três outros átomos de carbono. A estrutura que apresenta todas essas características é a estrutura III.



Questão 05 – Letra B

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Correta. Os álcoois são classificados como primários, secundários e terciários, conforme a classificação do carbono em que se liga a hidroxila.

B) Incorreta. Compostos nos quais a hidroxila está ligada diretamente ao anel aromático são classificados como fenóis.

C) Correta. O grupamento OH, característico dos álcoois, possibilita a formação de ligações de hidrogênio entre moléculas desses compostos. Esse tipo de interação, relativamente intensa, requer alta energia para a sua ruptura, o que torna o ponto de ebulição dos álcoois mais elevado do que o ponto de ebulição de outros compostos com massas molares similares.

D) Correta. O álcool etílico ou etanol é obtido por meio da fermentação de açúcares. No Brasil, o etanol é obtido pela fermentação da cana-de-açúcar. Após a fermentação, a mistura é destilada para obter o álcool com maior grau de pureza.

E) Correta. O *terc*-butanol é usualmente conhecido como trimetil carbinol, pois na nomenclatura usual são citados todos os grupos hidrocarbônicos ligados ao grupamento C—OH, denominado carbinol.

Questão 08 – Letra D

Comentário: A diferença de solubilidade em água dos álcoois está relacionada aos diferentes tamanhos das cadeias carbônicas que eles possuem. À medida que a cadeia carbônica aumenta, as interações com a água tornam-se desfavoráveis, diminuindo a solubilidade. A quantidade de carbonos nas cadeias dos álcoois é igual a

I. 2-butanol: 4 carbonos;

II. n-hexanol: 6 carbonos;

III. n-propanol: 3 carbonos;

IV. n-octanol: 8 carbonos.

Logo, a ordem crescente de solubilidade desses álcoois em água é a seguinte:

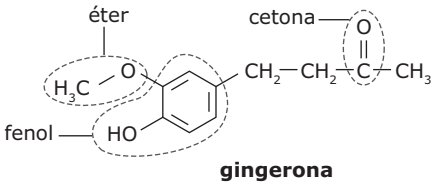
n-octanol < n-hexanol < 2-butanol < n-propanol

Questão 09 – Letra D

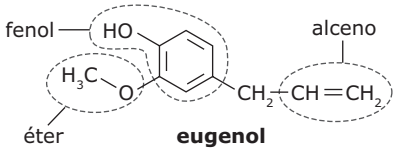
Comentário: O grupo funcional fenólico é caracterizado pela presença de uma hidroxila ligada ao anel aromático.

Questão 10 – Letra E

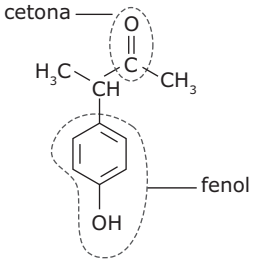
Comentário: As funções orgânicas dos compostos apresentados estão identificadas a seguir:



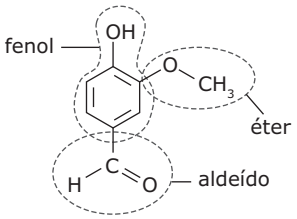
gingerona



eugenol



***p*-hidroxifenolbutan-2-ona**

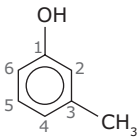


vanilina

Questão 11 – Letra D

Comentário: Quando dois substituintes estão presentes no anel benzênico, suas posições relativas podem ser indicadas pelos prefixos orto-, quando estão ligados a carbonos adjacentes, meta-, quando estão ligados aos carbonos 1 e 3, e para-, quando os substituintes estão ligados aos carbonos 1 e 4.

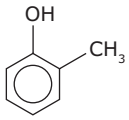
O composto II, apresentado a seguir, possui hidroxila ligada ao anel aromático, caracterizando a função fenol, e um grupamento metil ligado ao carbono 3, ou seja, na posição meta.



O composto pode ter os seguintes nomes de acordo com as regras de nomenclatura oficiais da IUPAC: 1-hidroxi-3-metilbenzeno, *meta*-hidroximetilbenzeno, 3-metilfenol ou *meta*-metilfenol

Questão 12 – Letra A

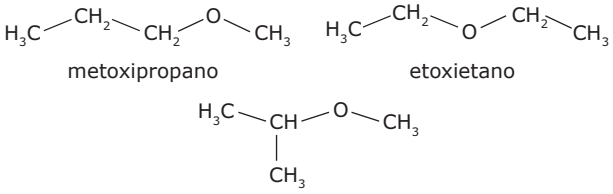
Comentário: A substituição de um dos hidrogênios da posição 2 do fenol por um grupo metila origina o *orto*-cresol, cuja estrutura está representada a seguir:



Com base nessa estrutura, conclui-se que a fórmula molecular do cresol é C_7H_8O.

Questão 13 – Letra C

Comentário: Os éteres acíclicos diferentes de fórmula molecular $C_4H_{10}O$ são:



Seção Enem

Questão 01 – Letra E

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreta. O ácido ascórbico não apresenta grupos hidroxila ligados a carbonos de um anel aromático e, portanto, não pertence à função fenol.

B) Incorreta. Dióis são álcoois que apresentam duas hidroxilas ligadas a carbonos saturados. Nos dióis insaturados, as hidroxilas não podem estar ligadas aos carbonos insaturados.

Quando as hidroxilas de um composto estão ligadas a carbonos com insaturação dupla, os compostos são classificados como enóis. Os enóis não apresentam propriedades químicas semelhantes às dos álcoois insaturados e, portanto, não podem ser classificados como álcoois.

C) Incorreta. Os grupos hidroxila ligados a carbonos saturados na estrutura da vitamina C caracterizam a função álcool, enquanto o grupo —COOC—, na parte fechada, caracteriza a função éster.

D) Incorreta. Os radicais livres são átomos ou grupos de átomos com octeto incompleto gerados pela quebra de ligações covalentes. Tais radicais são instáveis e atacam moléculas orgânicas, como as formadoras das membranas celulares e até o DNA, causando o processo de envelhecimento. Nenhum átomo formador da vitamina C apresenta octeto incompleto, e, portanto, não pode ser classificado como radical livre.

E) Correta. Dióis vicinais são álcoois que apresentam duas hidroxilas ligadas a carbonos saturados adjacentes. Os dois carbonos que constituem a parte aberta da cadeia mista da vitamina C são saturados, consecutivos e cada um se liga a uma hidroxila. Portanto, a vitamina C é um diol vicinal.

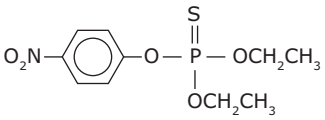
Questão 02 – Letra E

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: O pesticida organofosforado Tipo B contém em sua estrutura um átomo de fósforo central ligado por uma dupla-ligação ao átomo de enxofre. Além disso, esse pesticida apresenta, em sua estrutura, grupo etoxi ($O—CH_2—CH_3$) ligado ao átomo de fósforo central. Assim, verifica-se que um exemplo do pesticida organofosforado Tipo B com grupo etoxi está corretamente representado na alternativa E.



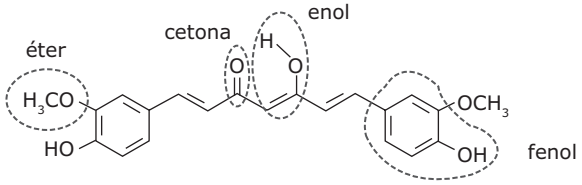
Questão 03 – Letra B

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Analisando-se a estrutura da curcumina apresentada no enunciado, além das funções alqueno e areno, é possível encontrar as funções oxigenadas fenol, éter, cetona e enol (hidroxila ligada a carbono insaturado), conforme mostrado na figura a seguir:



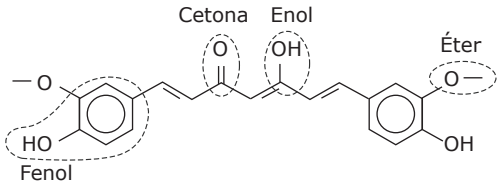
MÓDULO – D 08

Aldeídos e cetonas

Exercícios de Fixação

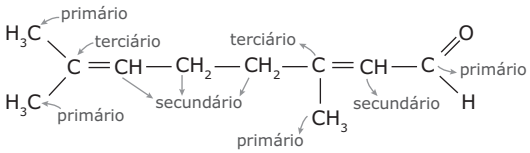
Questão 01 – Letra B

Comentário: Na estrutura da curcumina, as seguintes funções orgânicas estão presentes:



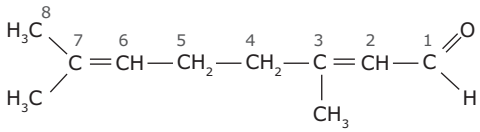
Questão 02 – Letra A

Comentário: A molécula do citral apresenta 4 carbonos primários, 4 carbonos secundários e 2 carbonos terciários, conforme marcado na estrutura a seguir:



Logo, as alternativas D e E estão incorretas.

A fórmula molecular do citral é $C_{10}H_{16}O$, e seu nome oficial é 3,7-dimetil-2,6-octadienal.



Assim, as alternativas B e C estão incorretas, e a alternativa A está correta.

Observação: De acordo com as regras mais atuais da IUPAC, o nome do citral é 3,7-dimetiloct-2,6-dienal.

Questão 03 – Letra E

Comentário: Uma cetona se caracteriza pela presença do grupo funcional carbonila (C=O), em que o carbono carbonílico seja secundário. Uma cetona é macrocíclica quando apresenta um anel grande, com vários carbonos. Dessa forma, a estrutura II é a única que identifica, corretamente, uma substância com cheiro de almíscar, pois apresenta o grupo funcional carbonila ligado a carbonos e é macrocíclica (anel composto de 15 membros).

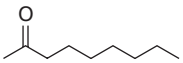
As estruturas I e IV representam ésteres, e a V representa um aldeído, já que a carbonila se encontra na extremidade da cadeia.

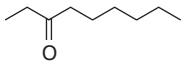
Já a estrutura III representa uma cetona, porém acíclica (cadeia aberta).

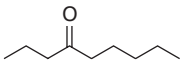
Questão 04

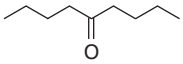
Comentários:

A) As nonanonas são substâncias pertencentes à função cetona (sufixo -ona). Sua fórmula molecular é igual a $C_9H_{18}O$. As possíveis estruturas com essa fórmula são:

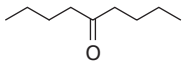

nonan-2-ona


nonan-3-ona


nonan-4-ona


nonan-5-ona

B) A estrutura a seguir pode ser considerada um palíndromo.

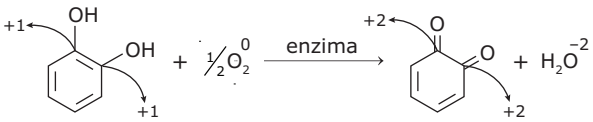

nonan-5-ona

C) Os dois nomes possíveis para o composto do item B são nonan-5-ona e dibutilcetona.

Questão 05 – letra C

Comentário:

A equação a seguir representa a conversão da *orto*-hidroquinona em *orto*-benzoquinona.



Nesse processo, o carbono sofre oxidação

$$(NOx = +1 \rightarrow NOx = +2),$$

e o oxigênio sofre redução

$$(NOx = 0 \rightarrow NOx = -2).$$

Logo, a alternativa D está correta.

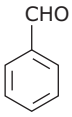
A molécula de *orto*-hidroquinona apresenta duas hidroxilas fenólicas (Ar—OH), e a molécula de *orto*-benzoquinona possui duas carbonilas (C=O). Assim, as alternativas A e B estão corretas.

Tanto a *orto*-hidroquinona quanto a *orto*-benzoquinona apresentam moléculas insaturadas, ou seja, apresentam ligações π. Portanto, a alternativa incorreta é a letra C.

Exercícios Propostos

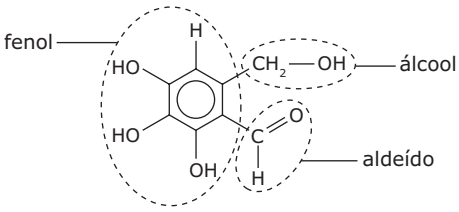
Questão 01 – letra C

Comentário: Aldeídos são compostos que possuem como grupo funcional a carbonila (C=O) em um carbono primário, ou seja, ligada a pelo menos um átomo de hidrogênio. Um aldeído aromático apresenta esse grupo funcional ligado diretamente a um anel aromático, conforme mostra a figura a seguir:



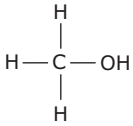
Questão 03 – Letra C

Comentário: Na estrutura do bactericida FOMECIN A, são encontradas as funções álcool, fenol e aldeído.



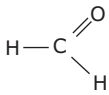
Questão 05 – Letra C

Comentário: O metanol é o álcool que possui somente um carbono em sua estrutura ligado a um grupo hidroxila (—OH).



Sua fórmula molecular é CH_3OH ou CH_4O.

O metanal, um dos produtos da combustão incompleta do metanol, é um aldeído constituído somente de um carbono que forma o grupo carbonila (C=O).



Sua fórmula molecular é CH_2O.

Questão 07 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

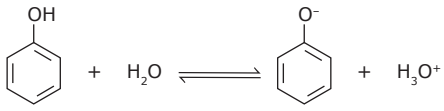
A) Correta. A hidroquinona possui um grupo hidroxila ligado na posição 1 e um grupo hidroxila ligado na posição 4 do anel aromático. Dessa forma, ela também pode ser denominada como 1,4-dihidroxibenzeno.

B) Correta. A equação química representada mostra a *p*-quinona sofrendo redução, ou seja, recebendo elétrons, e sendo convertida na hidroquinona.

C) Correta. A hidroquinona tem, em sua estrutura, dois grupos hidroxila (hidrogênio ligado a átomo de elevada eletronegatividade) no anel aromático. Esses grupos podem estabelecer com hidroxilas de outra molécula de hidroquinona interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio.

D) Incorreta. A presença de hidroxilas ligadas ao anel aromático na hidroquinona caracterizam a função fenol.

E) Correta. Os fenóis são ácidos fracos e se ionizam em solução aquosa conforme a seguinte equação:



Questão 08 – Letra D

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das alternativas.

A) Incorreto. Na estrutura de ambas as substâncias, há a presença de carbonos assimétricos, ou seja, carbonos ligados a quatro grupamentos diferentes entre si.

B) Incorreto. Na testosterona, não há presença de aromaticidade.

C) Incorreto. A hibridização sp está presente em átomos de carbono unidos por duas duplas ligações ou uma ligação tripla e uma ligação simples. Assim, nenhuma das substâncias possui carbonos com essa hibridização.

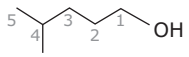
D) Correto. Em ambas as moléculas, observam-se ligações duplas alternadas, ou seja, ligações duplas conjugadas.

E) Incorreto. O grupo carbonila é caracterizado pela presença do C=O, que é observado somente na testosterona.

Questão 12 – letra D

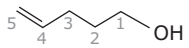
Comentário: Para nomear os compostos 1, 2, 3 e 4, basta identificar a cadeia principal e numerá-la de forma que o grupo funcional esteja ligado ao carbono com menor número.

Composto 1: hidroxila ligada ao carbono 1, e ramificação metil ligada ao carbono 4.



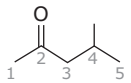
4-metilpentan-1-ol

Composto 2: hidroxila ligada ao carbono 1 e dupla-ligação entre os carbonos 4 e 5.



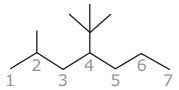
pent-4-en-1-ol

Composto 3: ramificação metil ligada ao carbono 4, e carbonila correspondente ao carbono 2.



4-metilpentan-2-ona

Composto 4:z ramificação metil ligada ao carbono 2, e ramificação *tert*-butil ligada ao carbono 4.



4-*tert*-butil-2-metileptano

Seção Enem

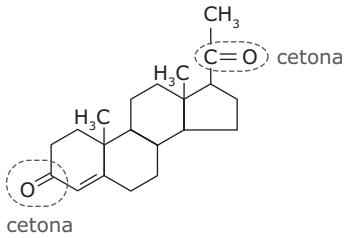
Questão 01 – Letra C

Eixo cognitivo: I

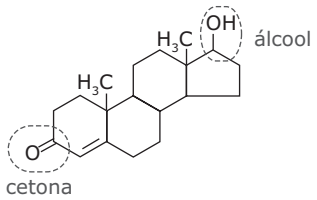
Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: As funções químicas oxigenadas presentes nas estruturas da progesterona, hormônio feminino, e na testosterona, hormônio masculino, estão identificadas a seguir:



Progesterona



Testosterona

Questão 02 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 7

Habilidade: 24

Comentário: Para a resolução dessa questão, analisaremos cada uma das afirmativas.

A) Incorreta. O ácido hialurônico possui o grupo funcional dos éteres cíclicos e acíclicos, dos álcoois primários e secundários, porém não apresenta o grupo funcional das cetonas, pois a carbonila (C=O) encontra-se ligada a um carbono e a um nitrogênio, mas não a dois carbonos.

B) Incorreta. A β-D-glicopiranose e a D-glicose apresentam a mesma fórmula mínima (CH_2O) e a mesma fórmula molecular ($C_6H_{12}O_6$), mas são substâncias diferentes, pois os átomos encontram-se combinados de formas distintas.

C) Incorreta. A glicose acíclica apresenta o grupo funcional CHO, característico dos aldeídos, e vários grupos hidroxila (OH) ligados a carbonos saturados, o que caracteriza os poliálcoois. Contudo, a glicose não apresenta grupos hidroxila (OH) ligados diretamente a anéis aromáticos, não sendo, portanto, classificada como fenol.

D) Correta. O ácido hialurônico apresenta o grupo funcional COC, característico dos éteres, e vários grupos hidroxila (OH) ligados a carbonos saturados, o que caracteriza os poliálcoois.

E) Incorreta. A β-D-glicopiranose apresenta dois grupos funcionais de álcool primário.

Editora Bernoulli

Rua Juiz de Fora, 991 - Barro Preto
Belo Horizonte - MG
Tel.: (31) 3029-4949

www.editorabernoulli.com.br